

Niko Puhakka

Täryhiontaprosessin kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalous

Insinöörityö

19.2.2016

Tekijä(t) Otsikko	Niko Puhakka Täryhiontaprosessin kehittäminen
Sivumäärä Aika	62 sivua + 17 liitettä 19.2.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Tuotantotalous
Suuntautumisvaihtoehto	Kansainvälinen ICT tuotantotalous
Ohjaaja(t)	Yliopettaja Thomas Rohweder
<p>Tämä insinöörityö tehtiin pohjoiseurooppalaiselle jousien, lanka-, meisto- ja syvävetotuotteiden valmistajalle Meconet Oy:lle. Työ keskittyy tuotantoprosessin osaprosessin kehittämiseen, josta käytetään nimitystä täryhiontaprosessi tai tuttavallisemmin rummutusprosessi. Täryhiontaprosessin tarkoitus on viimeistellä tuotteet asiakkaalle käyttökelpoiseen muotoon poistamalla metallikomponenteista terävät särmät ja purseet sekä puhdistaa ja kiillottaa kappaleet.</p> <p>Tavoitteena tässä insinöörityössä oli parantaa toimeksiantoyrityksen täryhiontaprosessia ja luoda paranneltuun prosessiin työohjeet. Tavoitteen saavuttamiseksi perehdyttiin ensin alan kirjallisuuteen prosessien kehittämisen ja työohjeiden laatimisen käytännöistä. Näin saatiin koottua käsitekehys alan parhaista käytännöistä, jonka avulla insinöörityö toteutettiin.</p> <p>Alan kirjallisuuteen perustuen valittiin tähän insinöörityöhön soveltuva prosessin kehittämismalli. Ensimmäinen askel oli prosessin nykytilan kartoittaminen, jonka avulla selvitettiin täryhiontaprosessin tämän hetkiset vahvuudet ja kehityskohteet. Nykytilan kartoittamista varten kerätty tieto perustuu keskusteluihin henkilöstön, yrityksen toimihenkilöiden ja laitevalmistajan edustajan kanssa sekä myös omiin kokemuksiini yrityksessä työskennellessäni, tietojärjestelmistä saataviin tietoihin ja toimeksiantoyrityksen sisäiseen dokumentaatioon.</p> <p>Nykytilan kartoituksessa havaittuihin kehityskohteisiin vastattiin laatimalla kehitysehdotuksia täryhiontaprosessiin, jonka jälkeen ehdotuksia testattiin prosessissa. Testauksessa toimiviksi todetut parannukset otettiin käyttöön toimeksiantoyrityksessä. Lopputuloksena syntyi paranneltuun täryhiontaprosessiin työohjeet. Ohjeiden tarkoitus on toimia muistin tukena ja toiminnan opastajana niin vanhoille kuin uusillekin työntekijöille tietyn laatutason säilyttämiseksi.</p> <p>Täryhiontaprosessiin tehtyjen toimenpiteiden avulla kehitettiin prosessin tehokkuutta, tuotavuutta ja nostettiin laatutasoa. Työohjeiden laatimisella pyrittiin vakiinnuttamaan uudet toimintatavat ja säilyttämään kehittämisellä saavutetut parannukset myös tulevaisuudessa.</p>	
Avainsanat	prosessit, prosessien kehittäminen, Lean, ongelmanratkaisu, työohjeet, täryhionta, rummutus

Author(s) Title	Niko Puhakka Vibratory Finishing Process Improvement
Number of Pages Date	62 pages + 17 appendices 19 February 2016
Degree	Bachelor of Engineering (University of Applied Sciences)
Degree Programme	Industrial management
Specialisation option	ICT
Instructor(s)	Dr Thomas Rohweder
<p>This thesis was carried out for Meconet Oy, a manufacturer of springs, stampings and deep drawn products. The focus of this study was to improve a subprocess of the manufacturing process known as vibratory finishing process. Vibratory finishing is a type of mass finishing manufacturing process used to deburr, radius, descale and brighten a large number of relatively small workpieces.</p> <p>The aim of this study was to improve the case company's vibratory finishing process and create work instructions for the improved process. To achieve the aim of this study, this study first explored current literature and theory of good practices of process improvement and preparation of work instructions. This led to creating a conceptual framework of best practices, which allowed this thesis to be carried out.</p> <p>Based on the current literature, an appropriate process development model for this thesis was chosen. The first step of creating the model was an analysis of the current state of the process, which allowed identifying current strengths and weaknesses of the process. The information needed for this was obtained from the case company's information system, internal documentation, conversations with the persons concerned with the process and the author's own experience while working in the company.</p> <p>The weaknesses of the process identified in the current state analysis served as a basis for drawing up development proposals for the vibratory finishing process. The proposals were tested in practice, and the proven improvements were introduced in the process. Finally, the work instructions were drawn up for the improved process. The main purpose of these instructions is to serve as a memory support, in addition to the more traditional work-orientation goal in order to maintain a certain level of quality.</p> <p>The actions taken to improve the process enhance the efficiency, productivity and quality of the vibratory finishing process. This has led to changes in the work methods as well. The purpose of the work instructions is to standardize these new ways of working and to maintain the process improvements also in the future.</p>	
Keywords	process improvement, Lean, problem solving, work instructions, vibratory finishing

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Kohdeyritys	1
1.2	Liiketoimintaongelma ja tavoite	2
1.3	Työn rakenne ja toteutustapa	3
2	Prosessien parantamisen ja työohjeiden laatimisen parhaita käytäntöjä	4
2.1	Johdatus laatukäsitteeseen	5
2.2	Prosessien parantaminen	5
2.2.1	Prosessikäsitteitä	7
2.2.2	Kolmivaiheinen kehittämismalli	9
2.2.3	Prosessimittarit ja tavoitteet	18
2.3	Lean-toimintamalli	19
2.3.1	Lean-toiminnan tavoitteet ja yleiskuva	20
2.3.2	Hukka	21
2.3.3	Lean-toiminnan kehittäminen	22
2.3.4	Lean tuotannossa	23
2.4	Ongelmanratkaisumenetelmät	25
2.5	Työohjeiden laatiminen	30
2.6	Käsitekehys	31
3	Nykytilan kartoitus	34
3.1	Tuotantoprosessi ja työvaiheiden kuvaus	35
3.1.1	Täryhionta	36
3.1.2	Pesu ja kuivaus	38
3.1.3	Tarkastelussa olevat tuotteet	39
3.2	Prosessin arviointi	43
3.2.1	Vahvuudet	43
3.2.2	Kehityskohteet	44
3.3	Yhteenveto nykytilasta	45
4	Täryhiontaprosessin parantaminen	45
4.1	Prosessin kehittäminen yleisellä tasolla	46

4.2	Prosessin kehittäminen tuotekohtaisella tasolla	48
4.3	Yhteenveto prosessin parantamisesta	53
5	Työohjeiden laatiminen	55
5.1	Työohjeiden koonti	55
5.2	Yhteenveto työohjeista	56
6	Johtopäätökset	57
6.1	Yhteenveto	57
6.2	Jatkotoimenpiteet	58
6.3	Arviointi	58
	Lähteet	60
	Liitteet	
	Liite 1. Täryhiomakone laitevalmistajan edustajan tapaaminen	
	Liite 2. Täryhiontaprosessiin tutustuminen	
	Liite 3. Prosessikaavio	
	Liite 4. Prosessin testaussuunnitelma	
	Liite 5. Keskustelu: tuotteen C rummutuksen ”kotiuttaminen”	
	Liite 6. Benchmarking: tuotteen C alihankkijan täryhiontaprosessi	
	Liite 7. Keskustelu: tuotteen C täryhiontaprosessin tulokset	
	Liite 8. Työohje: tuote A	
	Liite 9. Työohje: tuote B	
	Liite 10. Työohje: tummuneet tuotteet	
	Liite 11. Työohje: tuote C	
	Liite 12. Prosessiparametrien testaus: tuote A	
	Liite 13. Prosessin suorituskyvyn mittaaminen: tuote A	
	Liite 14. Syy-seurausanalyysi: tuote B	
	Liite 15. Prosessin tuotosten testaus: tuote B	
	Liite 16. Prosessiparametrien testaus: tuote C	
	Liite 17. Prosessin suorituskyvyn mittaaminen: tuote C	

1 Johdanto

Yrityksen tulojen on oltava pitkällä aikavälillä menoja suuremmat, jotta yritys kykenee täyttämään eri sidosryhmien rahalliset vaatimukset. Näin ollen kannattavuus muodostuu yrityksen taloudellisen toiminnan keskeiseksi edellytykseksi. Kannattavuuteen voidaan vaikuttaa puuttamalla oikealla tavalla yrityksen kannattavuuden syytekijöihin, joista keskeisimpiä ovat laatu ja tuottavuus. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 19-20.)

Kansantalouden kehittymiseen vaikuttavista tekijöistä yksi tärkeimpiä on tuottavuus. Tuottavuuden kehittyminen lisää taloudellista kasvua, parantaa kilpailukykyä, luo edellytyksiä elintason nousuun ja vähentää hintojen nousupaineita. Tuottavuuden paraneminen yrityksissä merkitsee usein välittömästi tai välillisesti yrityksen hintakilpailukyvyn paranemista, kustannuskehityksen hidastumista, työpaikkojen turvaamista, palkanmaksukyvyn paranemista, työn luonteen muuttumista ja rakenteellisia muutoksia. Tuottavuutta voidaan parantaa jatkuvan ja järjestelmällisen kehitystyön avulla, jolla taloudellisuuden parantamisen lisäksi pyritään lisäämään työn miellyttävyyttä ja turvallisuutta. (Haverila ym. 2009, 20, 22.)

Tämä insinöörityö tehtiin pohjoiseurooppalaiselle jousien, lanka-, meisto- ja syvävetotuotteiden valmistajalle Meconet Oy:lle. Työssä keskitytään kehittämään Meconet Oy:n tuotantoprosessin osaprosessia, josta käytetään nimitystä täryhiontaprosessi. Täryhiontaprosessissa valmistetut tuotteet viimeistellään asiakkaan tarpeita vastaaviksi. Insinöörityön tarkoitus on nykytilan kartoittamisen avulla löytää prosessin tämänhetkiset vahvuudet ja kehityskohteet, tehdä parannusehdotuksia prosessiin, ottaa parannusehdotukset käyttöön sekä tämän pohjalta rakentaa dokumentoitu työohjeistus paranneltuun täryhiontaprosessiin. Näiden toimenpiteiden avulla voidaan kehittää täryhiontaprosessin tehokkuutta, tuottavuutta ja nostaa laatutasoa.

1.1 Kohdeyritys

Meconet Oy suunnittelee ja valmistaa jousia, lanka-, meisto- ja syvävetotuotteita sekä kokoaa niistä laajempia tuotekokonaisuuksia. Yritys on keskittynyt metallikomponenttien

valmistamiseen, ja sen asiakkaat toimivat tyypillisesti sähkötuote-, tietoliikenne-, elektroniikka- ja kuljetusvälineiteollisuudessa sekä terveyden ja rakentamisen parissa. Meconet on perhe-yhtiö, jolla on yli 100 vuoden historia. Sillä on seitsemän toimipistettä, joista 4 sijaitsee Suomessa, yksi Eestissä, yksi Ruotsissa ja yksi Venäjällä. Tämä insinööritoiminta tehtiin toimeksiantoyrityksen Vantaan Honkanummentien tehtaalle, joka toimii samalla myös pääkonttorina. Meconet Oy työllistää yhteensä noin 230 henkilöä ja sillä oli liikevaihtoa vuonna 2014 yhteensä 35 miljoonaa euroa. (Meconet Oy 2015.)

Meconet Oy tarjoaa koko palveluketjun tuoteratkaisujen etsimisestä prototyyppisiin ja piensarjoista tehokkaaseen suursarja- ja volyymituotantoon. Tämä käsittää myös valmistusprosessin suunnittelun vaiheet, joita voivat olla tuotemallinnus ja simulointi, valmistusmenetelmien valinta, prototyöt ja piensarjat, sekä valmistuksessa käytettävien työkalujensuunnittelu ja -valmistus. Yritys auttaa asiakkaitaan ratkaisemaan tuotesuunnitteluun, osavalmistukseen ja toimitusketjun tehokkuuteen liittyviä haasteita. Meconet Oy:n toiminta perustuu Lean-periaatteisiin ja tehtailla on käytössä useita Lean-työkaluja. ”Tehtaamme on järjestetty 5S-periaatteiden mukaisesti ja hyödynnämme Lean-työkaluja, kuten Kaizen (JP-aloitteet), SMED (asetusajan lyhentäminen), Poka-yoke ja Kanban. Toimintojen ja prosessien jatkuva parantaminen on koko henkilöstön vastuulla.” (Meconet Oy 2015.)

1.2 Liiketoimintaongelma ja tavoite

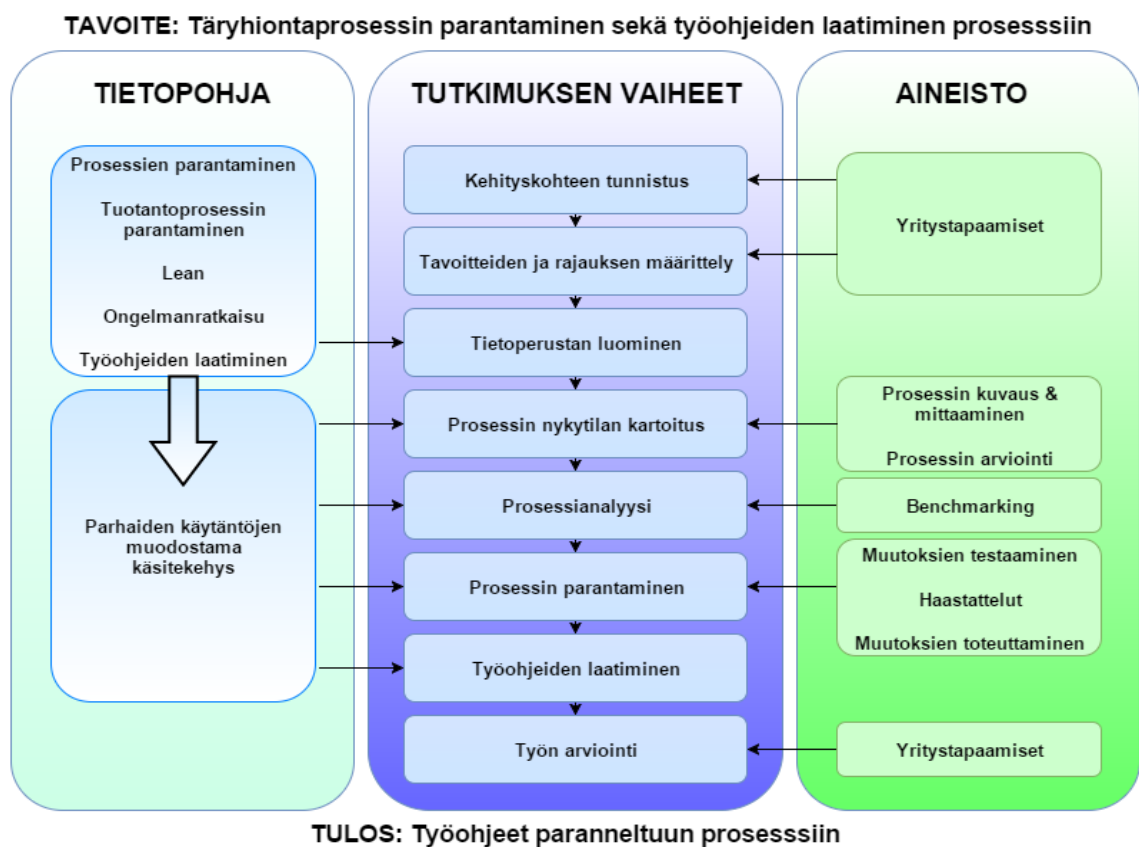
Liiketoiminnan kehittäminen on yrityksen kilpailukyvyyn säilyttämisen edellytys. Menestymiseen vaativilla markkinoilla tarvitaan tavoitteellisesta ja eteenpäin katsovaa toiminnan kehittämistä. Valmistavassa teollisuudessa toiminnan kehittäminen liittyy usein yrityksen tuotantoprosessin parantamiseen. Toimiva tuotantoprosessi on myös Meconet Oy:n perusta.

Täryhiontaprosessi on pakollinen ja tärkeä osa Meconet Oy:n kymmenien tuotteiden tuotantoprosessia. Prosessissa tuote viimeistellään asiakkaalle käyttökelpoiseksi poistamalla valmistuksessa syntyneet purseet ja terävät särmät. Täryhiontaprosessin valinta kehityskohteeksi ja insinööritoiminnan aiheeksi perustuu yrityksen käsitykseen siitä, että prosessi ei ole vielä täysin hallinnassa. Tämä näkyy muun muassa eräässä tuotteessa esiintyvänä toistuvina laatueroavaisuuksina, joiden epäillään johtuvan täryhiontaprosessista.

Tämän insinööriyön tavoitteena on parantaa Meconet Oy:n täryhiontaprosessia ja laatia prosessia yhtenäistävät työohjeet. Täryhiontaprosessia kehittämällä pyritään pääsemään eroon laatupoikkeamista yllä mainitussa tuotteessa sekä tehostamaan ja rationalisoimaan toimintaa. Insinööriyön tarkoitus on käydä läpi yrityksen täryhiontaprosessi yleisellä tasolla sekä tuotekohtaisella tasolla ennalta sovitun kolmen tuotteen osalta. Insinööriyön lopputuloksena syntyvät tuotekohtaiset työohjeet tarkastelussa oleville tuotteille.

1.3 Työn rakenne ja toteutustapa

Toteutuksen pohjana tässä insinööriyössä käytettiin prosessin kehittämismallia, joka esitellään seuraavassa luvussa tarkemmin. Työ on luonteeltaan tapaustudkimus. Kuvassa 1 on esitetty tutkimuksen tekemisessä käytettävän kirjallisuudesta koostuvan tietopohjan aiheet, tutkimuksen suunnitellut toteutusvaiheet sekä aineisto, joka koostuu tutkimuksessa kerättävistä tiedoista toimeksiantoyritykseen ja tutkittavaan prosessiin liittyen.



Kuva 1. Insinööriyön tutkimussuunnitelma

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa tunnistetaan yritykselle ongelmia aiheuttava kehityskohde ja käynnistetään kehityshanke. Tähän vaikuttaa kehityshankkeen aloittamista edeltävät keskustelut sekä tapaamiset ongelmasta tietoisten yrityksen toimihenkilöiden kanssa. Insinööriyön aihe muodostuu kun liiketoimintaongelman laadusta ja muodosta on päästy sopimukseen. Tutkimuksen toisessa vaiheessa liiketoimintaongelman luonteen ja muotoilun avulla määritellään insinööriyön tavoitteet ja rajaus.

Tutkimuksen kolmannessa vaiheessa luodaan tietopohja kehityshankkeen toteuttamista varten. Tietopohjan avulla luodaan parhaiden käytäntöjen muodostama käsitekehys, jota hyödynnetään tutkimuksen jokaisessa vaiheessa tästä edespäin.

Kehityshankkeen toteutus toimeksiantoyrityksessä alkaa prosessin nykytilan kartoituksella. Prosessin nykytilan kartoituksessa selvitetään prosessin tämän hetkinen kunto: ensin kuvataan ja määritellään prosessi, jonka jälkeen prosessia mitataan ja sen vahvuudet ja kehityskohteet arvioidaan. Kun nykytila on selvitetty, siirrytään tutkimuksessa eteenpäin prosessianalyysiin. Analyysin tarkoituksena on muodostaa nykytilan kartoituksen pohjalta prosessia koskevia kehitysehdotuksia ja valita toteuttavat kehitystoimenpiteet. Analyysissä käytetään apuna benchmarking-verailua.

Tutkimuksen kuudennessa vaiheessa käyttöön otetaan aiemmassa vaiheessa päätetyt kehitystoimenpiteet prosessia koskien. Ensin käyttöön otettavat kehitystoimenpiteet testataan käytännössä, jonka jälkeen ne tulee hyväksyttäväksi tuotannosta vastaavalla henkilöllä. Kun testitulokset todetaan onnistuneiksi ja ne on hyväksytty, ne voidaan ottaa yleiseen käyttöön tehtaalla. Lopuksi prosessiin luodaan työohjeet, joiden tarkoitus on vakiinnuttaa uudet toimintatavat ja yhtenäistää vanhoja hyväksi havaittuja tapoja.

Viimeinen tutkimuksen vaihe sisältää arvioinnin sekä loppupäätelmät sen vaikutuksesta ja hyödyllisyydestä. Tässä kohdassa ehdotetaan myös mahdollisia jatkotoimenpiteitä, jotka perustuvat uudistetun prosessin tilaan.

2 Prosessien parantamisen ja työohjeiden laatimisen parhaita käytäntöjä

Tässä luvussa perehdytään teoriasta löytyviin prosessien kehittämisen ja työohjeiden laatimisen parhaisiin käytäntöihin. Seuraavaksi läpi käydään liiketoimintaprosessi pääpiirteittäin ja siihen liittyvät yleisimmät käsitteet. Tämän jälkeen käyn läpi systemaattisen

prosessin kehittämisen vaiheet ja periaatteet sekä tarkennan muutamia tuotantoprosessiin liittyviä asioita, jotka ovat oleellisia tälle opinnäytetyölle. Kun prosessin kehittämismalli on käyty läpi, perehdymme Lean-ajatteluun tuotannon näkökulmasta. Prosessien parantaminen ja ongelmanratkaisu liittyvät usein yhteen, jolloin on luonnollista ottaa myös ongelmanratkaisu yhdeksi käsiteltäväksi aiheeksi prosessien parantamisen yhteydessä. Kappaleessa 2.4 esitellään muutamia yleisesti tunnettuja ongelmanratkaisun menetelmiä. Ongelmanratkaisumenetelmien jälkeen tässä luvussa esitellään työohjeiden laatimisen periaatteita. Lopuksi luvussa on yhteenvetona koottu käsitekehys prosessin parantamisen ja työohjeiden laatimisen parhaista käytännöistä, jonka avulla tehtiin insinööriyön suunnittelu ja toteutus.

2.1 Johdatus laatukäsitteeseen

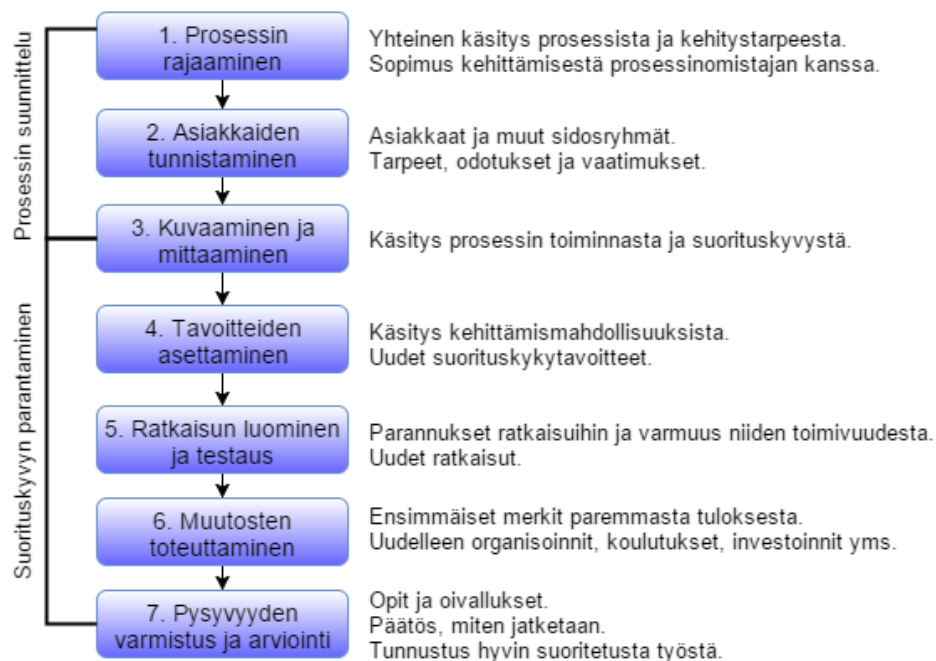
Laadun määrittämiseen on monia erilaisia tulkintoja eri tarkastelunäkökulmista riippuen. Yleensä laatu määritellään asiakkaan näkökulmasta. Laatu on asiakkaan tarpeiden täyttämistä organisaation kannalta mahdollisimman tehokkaalla ja kannattavalla tavalla. Tällöin myöskään asiakastyytyväisyys ei ole itsetarkoitus, johon täytyisi pyrkiä hinnalla millä hyvänsä. Esimerkiksi pankin asiakkaat olisivat varmasti tyytyväisiä, jos he saisivat asuntolainan ilman korkoa. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että pankki toimisi laadukkaasti, vaan pikemminkin päinvastoin, koska pankin oma kannattavuus heikkenee saamatta jäävien tuottojen myötä. Edellä olevasta laadun määritelmästä käy ilmi laadun kaksi merkitystä: sopivuus käyttötarkoitukseen ja yhdenmukaisuus vaatimusten kanssa. Yhdenmukaisuus vaatimusten kanssa kuvaa laatua ominaisuuden vaihteluna, joista ovat esimerkkejä prosessin keskihajonta tai virheiden määrä. Käyttötarkoitukseen sopivuuden mittana taas usein käytetään yllä mainittua asiakastyytyväisyyttä tai asiakasuskollisuutta. Laadusta puhuttaessa voidaan puhua niin tuotteiden ja palveluiden, kuin toimintojen eli prosessien laadusta. Huomiota olisi syytä kiinnittää molempiin, sillä laatu on yrityksen keskeinen menestystekijä. (Lecklin 2006, 9 & 18; Laamanen ja Tinnilä 2009, 130.)

2.2 Prosessien parantaminen

Jo 1970-luvulta lähtien yrityksen tuloksellisuuden kehittämisen keskeiseksi keinoksi on nostettu prosessien parantaminen ja uudistaminen. Prosessiajattelu on jo useiden vuosikymmenten ajan ollut oleellinen osa muun muassa japanilaista laatufilosofiaa, ja sillä

on ollut suuri vaikutus myös länsimaisessa tuotannollisessa toiminnassa. Keskeisiä ominaisuuksia prosessiajattelussa ovat systeeminen ajattelu, asiakaslähtöisyys, päämääräsuuntautuneisuus, keskittyminen lisäarvoa tuottavaan toimintaan, toiminnasta saatavan palautetiedon hyödyntäminen toiminnan suuntaamisessa ja tuloksellisuuden systemaattinen ja tarkoituksenmukainen kehittäminen prosessia parantelemalla. Yrityksen tuloksellisuuden parantaminen prosessien kautta voi tarkoittaa yksittäisen uuden prosessin käyttöönottoa, laajaan prosessimaiseen toimintatapaan siirtymistä, olemassa olevien prosessien radikaalia uudistamista tai olemassa olevien prosessien erikokoisia parannuksia. (Martinsuo & Blomqvist 2010, 3 & 6.)

Prosessien kehittämismalleja on lukuisia erilaisia, joissa kaikissa on samanlaisia piirteitä, kuin myös omat erikoispiirteensä. Kaikille prosessien kehittämismalleille on ominaista, että niistä löytyvät ainakin seuraavat neljä kohtaa: prosessien kuvaaminen, mittaaminen, analysointi ja suunniteltujen ratkaisujen testaaminen. (Laamanen 2001, 209).

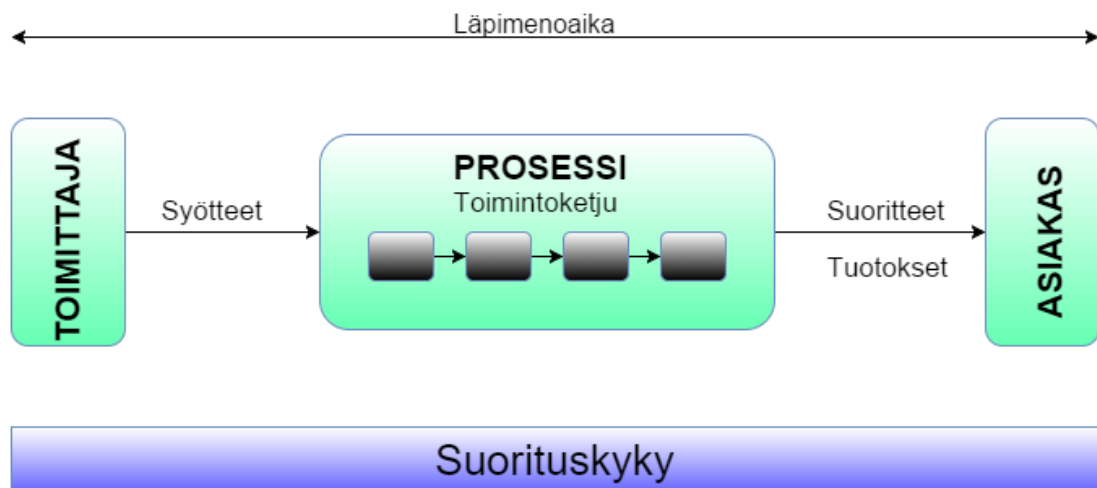


Kuva 2. Prosessin suunnittelun ja suorituskyvyn parantamisen vaiheet (Laamanen 2001, 211)

Kuva 2 esittää prosessin suunnittelun ja suorituskyvyn parantamisen tyypilliset vaiheet sidosryhmien tarpeiden valossa. Tässä luvussa ja insinööriyössä keskitytään prosessien suorituskyvyn parantamiseen (kohdat 3-7).

2.2.1 Prosessikäsitteitä

Olli Lecklin kirjassaan *Laatu yrityksen menestystekijänä* määrittelee liiketoimintaprosessin seuraavasti: ”Liiketoimintaprosessilla tarkoitetaan joukkoa toisiinsa liittyviä tehtäviä, jotka yhdessä tuottavat liiketoiminnan kannalta hyödyllisiä tuloksia. Prosessilla on yrityksen sisäinen tai ulkoinen asiakas, jolle prosessi tuottaa lisäarvoa.” Koska prosessi on sarja toistuvia tehtäviä, voidaan tehtävät määritellä ja niitä pystytään mittaamaan. Prosessia voidaan ohjata niin, että sen tulokset vastaavat asetettuja tavoitteita ja laatuvaatimuksia. Projektin eroaa prosessista sen ainutkertaisuudellaan. Esimerkiksi jonkun tietyn kerrostalon rakentaminen tapahtuu projektina, kun taas talonrakennusprosessi sisältää ne tehtävät, jotka yleisesti kuuluvat minkä tahansa talon rakentamiseen. (Lecklin 2006, 123-124.)



Kuva 3. Liiketoimintaprosessi (Lecklin 2006, 124)

Kuva 3 esittää liiketoimintaprosessin perusasiat. Prosessi saa organisaation sisäiseltä tai ulkoiselta toimittajalta syötteitä, lähtötietoja tai materiaalia, ja sen toteutuksen tuloksena asiakas saa haluamansa suoritteet. Ulkoapäin katsottuna prosessi on kuin musta laatikko, jossa syötteiden jalostaminen suoritteiksi tapahtuu käytettävien resurssien avulla, joita ovat ihmiset, koneet, ohjausmenetelmät sekä tiedot ja taidot. Prosessin suorituskyky voidaan kuvata taloudellisilla ja ei-taloudellisilla tunnusluvuilla niin kuin tehokkuus, läpimenoaika, virtaus, hävikki ja tyytyväisyys. Suorituskykyä ilmaisevat tunnusluvut yhdessä muodostavat yrityksen mittausjärjestelmän. Verrattaessa yrityksen suoritusky-

kyä kilpailijoihin puhutaan kilpailukyvyistä. Yrityksen kilpailukyky on erittäin tärkeä suori-
tuskyvyn parantamisen tavoite, sillä prosessin kehittämällä parannetaan laatua, tehok-
kuutta ja tuottavuutta. (Lecklin 2006, 124; Laamanen ja Tinnilä 2009, 117-118.)

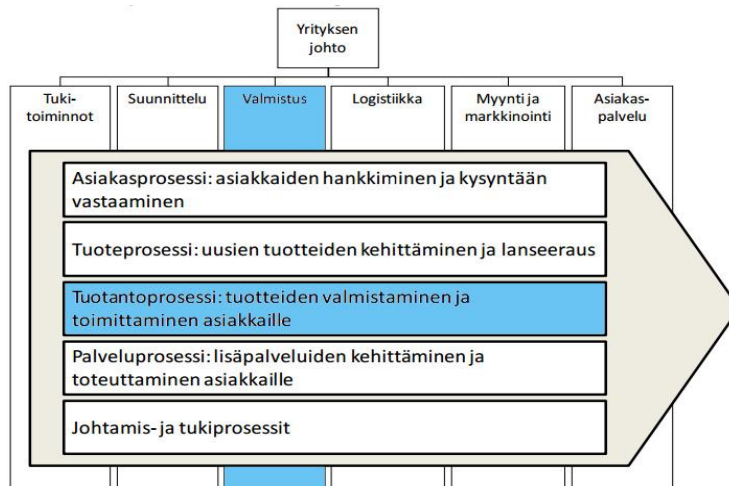
Taulukko 1. Prosessikäsitteitä (Laamanen ja Tinnilä 2009)

Käsite	Määritelmä
Prosessi	Joukko toisiinsa liittyviä tehtäviä ja niiden toteuttamiseen tarvittavia resursseja, joiden avulla syötteet muutetaan suoritteiksi.
Tuotantoprosessi	Tuotantovaiheiden muodostama ketju, jossa syötteet muutetaan suoritteiksi resursseja hyödyntämällä.
Toiminto / tehtävä	Prosessi koostuu sarjasta toimintoja tai tehtäviä, jotka tarvitaan lopputuloksen tuottamiseen. Valmistuessaan toiminnot vaikuttavat liiketoimintaprosessin tavoitteiden saavuttamiseen. Prosessin toiminnot kuvataan prosessikaaviossa. Toiminnoista käytetään myös nimityksiä tehtävä, aktiviteetti tai vaihe.
Läpimenoaika	Kuvaa tarvittavaa aikaa tilauksen vastaanotosta tuotteen toimitukseen asiakkaalle. Toisin sanoen läpimenoaika on kalenteriaika, joka kuluu prosessin ensimmäisen vaiheen aloittamisesta viimeisen vaiheen lopettamiseen.
Resurssi	Prosessi tarvitsee toimiakseen resursseja, ja se myös kuluttaa niitä: raaka-ainetta, työvoimaa, kapasiteettia, rahaa, laitteita ja tietoa. Resurssit voivat olla yrityksen ulkoa hankittuja tai omia, ne aiheuttavat kustannuksia ja niitä on rajoitettui.
Syöte	Syöte prosessiin on toimittajan tuotos, joka voi olla joko tietoa tai materiaalia. Syötteeseen usein liittyy tietty dokumentti, jossa tiedot esitetään, kuten tarjouspyyntö. Tuotannollisissa prosesseissa syöte on myös materiaalia, komponentteja tai osia.
Suorite	Prosessin toteutuksen tuloksena syntyy suorite, joka voi olla tietoa tai materiaalia. Käytetään myös nimeä tuotos. Esimerkiksi myyntiprosessissa suoritteena syntyy sopimus, joka on fyysinen todiste prosessin toteutuksesta.
Toimittaja	Toimittaja toimittaa prosessiin syötteitä. Voidaan ajatella, että ihmiset jotka toimivat prosessissa ovat toimittajan asiakkaita ja tavallaan kun tietty asiakas kertoo omista tarpeistaan, hän toimii prosessin suhteen toimittajan roolissa.
Asiakas	Asiakas on suoritteiden hyödyntäjä. Asiakkaita voi olla ulkoisia ja sisäisiä. Sisäinen asiakas tarkoittaa yleensä sitä, että jonkin prosessin suorittaja on edellisen prosessin asiakas organisaation sisällä.

Taulukossa 1 on kuvattu tavallisimpia prosessikäsitteitä. Prosessien kehittämisen yhteydessä käytetty käsitteistö ei ole vakiintunutta ja kirjallisuudessa sitä käytetään vaihtelevasti. Organisaatio kohtaisesti prosessit täytyy määritellä yhtenäisesti. (Lecklin 2006, 129.)

Prosessit voidaan jakaa ydin- ja tukiprosesseiksi, joista yrityksen ydinprosessit liittyvät aina ulkoiseen asiakkaaseen, kun taas tukiprosessit palvelevat ydinprosesseja ja ovat yrityksen sisäisiä. Samoin voidaan puhua myös eri prosessitasoista: pääprosessi voi

koostua useammasta osa- tai aliprosessista, ja se voidaan siis kuvata monella eri tasolla. Prosessien rooli voi vaihdella yrityksen rakenteessa erittäin keskeisestä täysin toissijaiseen siitä syystä, että yrityksen toimintaa voidaan ohjata muillakin johtamismalleilla kuin prosessien kautta. Useimmin prosessit liittyvät yrityksen organisaatorakenteeseen päämääriensä ja resurssien lainaamisen ja käytön kautta. Tällöin voidaan puhua niin kutsutuista matriisiorganisaatioista. (Martinsuo & Blomqvist 2010, 4-5.)

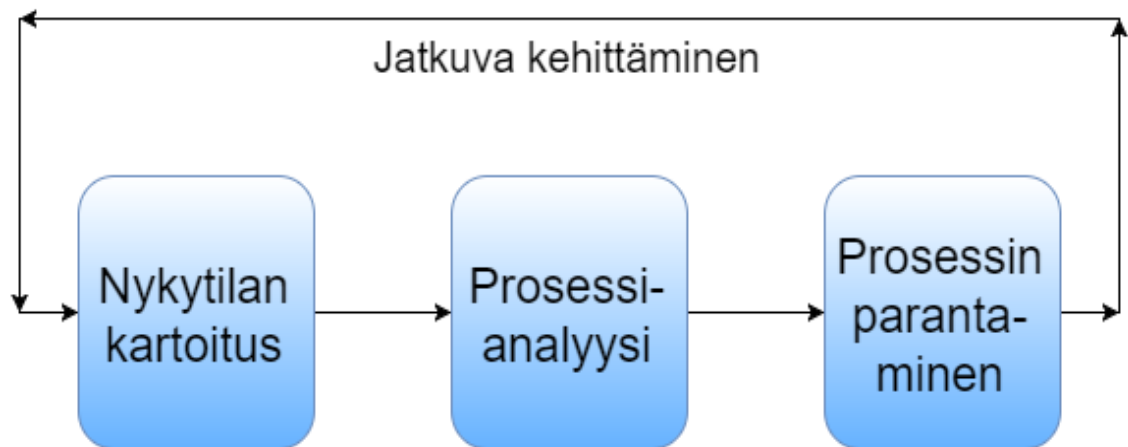


Kuva 4. Yrityksen prosessikartta ja organisaatorakenne (Martinsuo & Blomqvist 2010, 5).

Kuva 4 esittää esimerkin yrityksen organisaatorakenteesta. Sinisellä värillä on korostettu tämän insinööriyön fokus. Yrityksen päämäärien saavuttamisen kannalta oleellista on prosessien johtaminen ja ohjaaminen. Keskeistä prosessien johtamisessa on asettaa prosesseille yrityksen päämääristä johdetut tavoitteet, ymmärtää ja seurata prosessista saatavaa palautetta ja käyttää palautetietoa prosessin parantelussa. (Martinsuo & Blomqvist 2010, 5.)

2.2.2 Kolmivaiheinen kehittämismalli

Päämäärään pääsemiseksi on ensin tiedettävä, missä ollaan. Vasta sitten voidaan ottaa oikea suunta. Sama periaate pätee myös prosessien kehittämisessä. Ensin on kartoitettava prosessin nykytila. Kirjassa *Laatu yrityksen menestystekijänä* Olli Lecklin esittää kuvan 5 mukaisen kolmivaiheisen prosessien kehittämismallin.



Kuva 5. Prosessien kehittämismalli (Lecklin 2006, 134).

Nykytilan kartoituksen tarkoitus on prosessityön organisointi, prosessikuvausten ja -kavioiden luominen sekä prosessin toimivuuden arvioiminen. Nykytilan kartoitus antaa lähtötiedot kehitettävien prosessien valintaan. (Lecklin 2006, 134.)

Prosessianalyysivaiheeseen sisältyy prosessissa olevien ongelmien selvittäminen sekä ratkaiseminen, laatukustannusten arviointi, benchmarking-vertailut, käytettävien työkalujen ja mittarien valinta ja erilaisten kehittämisvaihtoehtojen vertailu. Analyysin tuloksena valitaan toteutettava kehittämistapa. Kehittämistapa vaihtelee prosessin lähtökohdatilanteen mukaan: siihen voidaan tehdä jatkuvia pieniä muutoksia tai se voidaan uudistaa kerralla täysin. Joissakin tapauksissa prosessi voidaan jopa lopettaa kokonaan ja ulkoistaa toiminto. Toisaalta ääritapauksissa prosessia voidaan myös laajentaa niin, että siihen sisältyy toimittajien ja asiakkaiden prosesseja. (Lecklin 2006, 135.)

Analyysia seuraa prosessin parantaminen. Tässä vaiheessa kehittämistapa on jo valittu, mutta se pitää käyttöönottaa. Prosessille laaditaan parannussuunnitelma, hyväksytään se ja otetaan parannettu prosessi käyttöön. (Lecklin 2006, 135.)

Laadukkaaseen toimintaan kuuluu jatkuva kehittäminen. Prosessin suorituskykyä arvioidaan säännöllisesti ja tarpeen mukaan aloitetaan uusia kehitystoimenpiteitä. Laatukustannuksia ja muita prosessimittareita valvotaan sovitulla tavalla sekä benchmarking-vertailua ja asiakastyytyväisyysmittauksia tehdään kehittämisen perustaksi. (Lecklin 2006, 135.)

Nykytilan kartoitus

Prosessien kehittäminen on mielekästä tehdä organisoidussa muodossa. Sen takia seuraavat kehityshankkeen perusasiat tulisi määritellä jo käynnistysvaiheessa:

- prosessien nimeäminen
- prosessikartta
- prosessinomistaja
- prosessitiimi
- prosessin yleiskuvaus
- tiedonkeruusuunnitelma. (Lecklin 2006, 136.)

Jos yrityksessä ei ole valmista prosessihierarkiaa ja ajatuksena on prosessimaiseen toimintatapaan siirtyminen, tulisi yrityksen pääprosessit nimetä karkealla tasolla jo alkuvaiheessa, vaikka prosessihierarkian muodostaminen tapahtuu pikkuhiljaa. Prosessikarttaan (kuva 4) on graafisesti esitetty yritystason pääprosessit ja niiden keskinäiset vuorovaikutukset. Prosessinomistajalla tarkoitetaan prosessista vastuussa olevaa henkilöä. Prosessitiimi vastaa kartoitus- ja kehittämistyöstä. Prosessin yleiskuvauksesta selviää prosessin perustiedot: nimi, tarkoitus, keskeiset tehtävät, prosessiin osallistuvat tekijät, prosessin alku- ja loppupiste, prosessin asiakkaat, suoritteet, syötteet, toimittajat sekä liittymät muihin prosesseihin. Tiedonkeruusuunnitelman tarkoituksena on tunnistaa tiedon lähteet, joista voidaan kerätä tietoa asiakkaiden vaatimuksista ja tarpeista sekä prosessin suorituskykyarvoista. Tässä yhteydessä myös kartoitetaan organisaation sisältä henkilöt, joita tulisi haastatella kehittämisen aikana. (Lecklin 2006, 136-137)

Prosessin kuvaamista voidaan pitää kehittämisen lähtökohtana. Kuvaamisella tarkoitetaan prosessin lisäarvoa tuottavien tehtävien ja niihin kytkeytyvien tieto- ja materiaalivirtojen tunnistamista ja kuvaamista. Prosessin kuvaus auttaa ymmärtämään yrityksen toimintaa, ja sitä tarvitaan prosessin kriittisten vaiheiden tunnistamiseen. Kuvaaminen voidaan toteuttaa karkealla ja yksityiskohtaisella tasolla. Kai Laamanen kuvaa onnistuneen prosessikuvauksen ominaisuuksia kirjassaan *Johda liiketoimintaa prosessien verkkona* seuraavasti:

- Kuvaus sisältää prosessin kannalta kriittiset tekijät, kuten prosessin soveltamisalan, tavoitteet, syötteet (alkukohta), suoritteet (loppukohta), roolit ja vastuut sekä asiakkaat ja heidän tarpeensa.

- Se esittää selkeästi asioiden välisiä riippuvuuksia.
- Se auttaa ymmärtämään sekä kokonaisuutta että omaa roolia tavoitteiden saavuttamiseksi.
- Sen tulee edistää prosessissa toimivien ihmisten yhteistyötä.
- Kuvaus antaa mahdollisuuden toimia joustavasti tilanteen vaatimusten mukaan. (Laamanen 2001, 76.)

Näiden ominaisuuksien lisäksi prosessin kuvauksen tulisi olla suhteellisen lyhyt, looginen, ymmärrettävä, sekä sen termit ja käsitteet tulee olla yhteneviä ja sovitun mukaisia. (Laamanen 2001, 76.)

Prosessikuvauksen tarkkuudessa on syytä tehdä ero kahden erilaisen tilanteen välillä. Jos prosessissa on paljon epävarmuutta ja sen täsmälleen samanlainen toteuttaminen joka kerta ei ole pakollista, prosessikuvausta ei ole tarpeellista kuvata yksityiskohtaisella tasolla. Tällöin riittävää voi olla vaihekohtaisen tehtävälisäyksen tekeminen ilman yksityiskohtaista järjestystä. Tilanteissa jolloin prosessi on syytä toteuttaa joka kerta samalla tavalla, yksityiskohtainen kuvaus on usein välttämätön, jotta prosessissa työskentelevillä tahoilla on asioista yhdenmukainen tieto. (Martinsuo & Blomqvist 2010, 10-11.)

Prosessikuvauksen yhteydessä tehdään prosessikaavio, joka kuvaa kehitettävän prosessin vaiheet ja siihen osallistuvien henkilöiden roolit graafisesti. Prosessikaavion laatimiseen yksityiskohtaisella tasolla voidaan käyttää vuokaaviotekniikkaa. Vuokaavio näyttää prosessin jokaisen vaiheen kuvallisessa muodossa. Erilaisille tapahtumille on tietyt symbolit, ja vuo etenee alkupisteestä loppuun. Prosessikaavion ideana ei ainoastaan ole kuvata prosessin toimintaa, vaan tuoda kriittiset toiminnot julki, kertoa niiden merkityksestä sekä nostaa nämä toiminnot kehittämisen kohteeksi. Prosessikaavion tulisi kuvata toimintoja niin tarkasti, että kaaviota voi mielessään lukea kuin tarinaa. (Laamanen 2001, 79; Lecklin 2006, 179.)

Koko prosessin kehittämistyön ajan erityishuomiota on kiinnitettävä asiakaspalautteen jatkuvaan seurantaan ja asiakastyytyväisyyden mittaamiseen. Nykytilaa kartoittaessa kannattaa aloittaa jo olemassa olevan asiakastiedon pohjalta. Asiakkaiden tekemät huomautukset ja parannusehdotukset ovat syytä ottaa tarkastelun keskipisteeseen. Sitä mitä asiakaspalautteen tulisi selvittää prosessin kehittämistä varten, voidaan selvittää esimerkiksi seuraavien kysymyksien avulla:

- Ketkä kaikki ovat prosessin asiakkaita?
- Mitkä ovat prosessin tärkeimmät tulokset asiakkaalle ja niiden tärkeimmät ominaisuudet ja hyödyt?
- Miten asiakkaat mittaavat prosessin suoritteita?
- Mitä on asiakkaiden mielestä prosessin hyvä suorituskyky?
- Mitkä ovat asiakkaiden mielestä ensisijaisia parantamiskohteita prosessissa? (Lecklin 2006, 141-142.)

Kun prosessi on kuvattu niin graafisesti kuin kirjallisesti, voidaan siirtyä prosessin arviointiin. Samalla kun kerätään asiakaspalautetta, voidaan asiakasta pyytää tekemään arvio prosessista. Prosessin arviointi tulee tehdä myös yrityksen sisäisesti. Tällöin kehitystiimin tulisi katsoa prosessia asiakkaan silmin, mutta kiinnittää huomiota yhtälailla prosessin sisäiseen tehokkuuteen ja sen toimivuuteen myös yrityksen kannalta. Tiimin ja asiakkaan käyttämät arviointimittarit poikkeavat usein toisistaan.

Prosessin nimi: Tarjous					
ASIAKASARVIO					
TULOKSET	OMINAISUUDET	MITTARIT	MERKITYS	TOIMIVUUS	KEHITTÄMIS-PRIORITTEETTI
TARJOUSASIAKIRJA	Aikataulu	Läpimenoaika	9	5	1
	Täydellisyys	Puuttuvat kohdat	8	8	4
	Ymmärrettävyys	Kysymykset	6	6	3
	Täsmällisyys	Virhelukumäärä	8	4	2
Keskiarvo			7,75	5,75	

Kuva 6. Tarjousprosessin asiakasarvio. (Lecklin 2006, 143.)

Kuva 6 on esimerkki tarjousprosessin asiakasarviosta. Asiakasta on ensin pyydetty arvioimaan tarjousprosessin tärkeimmät tulokset ja niiden ominaisuudet. Sen jälkeen näille tulosten ominaisuuksille asetetaan mittarit ja ominaisuuksien tämän hetkinen toimivuus ja merkitys asiakkaalle arvioidaan mittareita käyttäen. Kuvasta nähdään, että esimerkiksi tarjouksen tekeminen asiakkaalle aikataulumittarin mukaan toimii suhteellisen huonosti (toimivuus = 5, arvioitu asteikolla 1-10) ja että tällä ominaisuudella on myös todella suuri merkitys asiakkaalle (merkitys on korkea = 9), koska tarjouksen tullessa myöhässä asiakas ei ota sitä huomioon. Näin voidaan nostaa tarjousasiakirjan läpimenoaika ensimmäiseksi kehittämisprioriteetiksi asiakasarvion mukaan. Ne ominaisuudet, joilla on

keskiarvoa korkeampi merkitys asiakkaalle, mutta heikompi toimivuus on prosessin kehittämisen kannalta huomion keskipisteenä. Niin kuin edellä todettiin, prosessi tulisi arvioida niin yrityksen sisäisesti kuin ulkoisesti. Yrityksen sisäinen kehitystiimi voi arvioida prosessia samaa periaatetta käyttäen kuin asiakas, mutta eri mittareilla. Tarjousprosessin tapauksessa mittareina voi olla esimerkiksi sopimukseen johtaneiden tarjousten prosentuaalinen osuus ja kustannukset per tarjous. (Lecklin 2006, 142-143.)

Prosessin kokonaisarvioinnissa otetaan huomioon niin yrityksen sisäiset kuin ulkoiset arviot ja niiden yhteisvaikutuksena määräytyvät prosessin kunto ja kehittämisen painopistealueet (Lecklin 2006, 142-143). Prosessin arvioinnin perusmenetelmänä voidaan käyttää seuraavaa 5 vaiheista arviointimallia:

- Arviointi aloitetaan prosessin kuvauksen esittelyllä kaikille osallisille.
- Prosessin kuvausta arvioidaan sovittujen kriteerien perusteella. Tämän tulisi paljastaa prosessin vahvuudet ja heikkoudet.
- Kun prosessi on arvioitu, jokainen arvioija esittelee oman näkemyksensä.
- Tämän seurauksena priorisoidaan prosessin kehittämiskohteet. Myös mahdolliset parannusideat läpikäydään.
- Lopuksi sovitaan jatkotoimenpiteistä. (Laamanen 2001, 98.)

Yleensä yrityksessä on suuri joukko prosesseja, ja usein resurssien niukkuuden takia joudutaan valitsemaan mihin prosessiin kehittämistoimenpiteet suunnataan. Tällöin voidaan avuksi ottaa prosessien kuntotesti, joka auttaa valitsemaan yrityksen menestyksen kannalta oleelliset prosessit. Kuntotesti voidaan laatia yhdistämällä yrityksen sisäinen arvio (oma arvio) ja asiakaspalaute, ja arvioida prosessit yrityksen menestyksen kannalta tärkeiden tekijöiden suhteen. (Lecklin 2006, 146-147.)

Kuntotestissä käytettäviä mittareita voivat olla esimerkiksi kustannustehokkuus, lopputuotteen laatu, asiakastyytymättömyys, läpimenoaika, toimitusvarmuus, ympäristöongelmat ja henkilöstön ammattitaito. On myös olemassa muita tapoja luokitella prosessit, eikä kuntotestin kriittisyysluokitus ole ainoa päätöksenteossa huomioon otettava tekijä. Yleensä kehitettäväksi prosessiksi valitaan yrityksen strategian kannalta merkittävä prosessi, jolla on suurin kehittämispotentiaali. (Lecklin 2006, 146-147.)

Prosessianalyysi

Prosessianalyysissä käytetään nykytilan kartoitusvaiheessa kerättyjä tietoja tarkoituksena kehittää ja luoda suunnitelmia prosessin parantamiseksi. Erilaisia ratkaisuja analysoidaan ja arvioidaan, jonka kautta pyritään löytämään paras mahdollinen organisaation tarpeita vastaava toteutusmalli. Analyysivaiheessa riittää useimmiten yksinkertaiset perustyökalut ja apuvälineet. Yksi tapa etsiä ratkaisua on *brainstorming* eli aivoriihi. Aivoriihi voidaan jakaa kahteen vaiheeseen: luovan vaiheen tarkoituksena on tuoda esiin mahdollisimman paljon uusia ideoita ja kriittisessä vaiheessa esille tulleet ideat ryhmitellään ja arvioidaan. Vaiheet on hyvä suorittaa erillisinä tilaisuuksina, jotta luovan ajattelun vaihe ei kärsi. (Lecklin 2006, 148-149.)

Prosessikaaviota ja yleiskuvausta tarkastelemalla voidaan selvittää esimerkiksi, mitkä prosessin vaiheet tuottavat lisäarvoa ja mitkä eivät, tai missä syntyy viiveitä ja mahdollisia virheitä. Prosessin kustannusrakenteen selvittäminen on myös tärkeää, jotta voidaan määritellä, mitata ja analysoida prosessin laatukustannukset ja ottaa niiden aiheuttajat huomioon kehitystyössä. Laatukustannuksilla tarkoitetaan kustannuksia, jotka syntyvät yrityksen varmistaessa, että tuotteet tai palvelut vastaavat asiakkaan vaatimuksia. (Lecklin 2006, 149.)

Kehitettävässä prosessissa voi olla ongelmia, jotka prosessianalyysissä tulisi ratkaista. Ongelmat ja laatu poikkeamat havaitaan työkaluilla, joista esimerkkejä ovat tilastollinen prosessinohjaus (*Statistical Process Control SPC*) ja Pareto-analyysi. Pareto-analyysissä havainnot, esimerkiksi prosessin erityyppiset virheet, kuvataan pylväin suurimmasta pienimpään (useimmin toistuvasta harvoin toistuvaan) kuvaajan vaaka-akselille. Pystyakseli esittää tapahtumien prosentuaalista osuutta kokonaisuudesta. Tämän lisäksi kaavioon voidaan lisätä käyrä, joka kuvaa kumulatiivista prosenttikertymää, jolloin nähdään mitkä virheet toistuvat useimmin. Keskittymällä ongelmien poistamisessa useimmin toistuviin ongelmiin voidaan poistaa suurin osa prosessin virheistä. Lisää ongelmanratkaisumenetelmiä kuvataan myöhemmin tässä luvussa. (Lecklin 2006, 149, 177.)

Kehitettävän prosessin tehokkuuden vertaamisesta oman yrityksen sisällä, tai kilpailijan vastaavaan prosessiin, käytetään termiä benchmarking. Sen avulla tunnistetaan kehitettävän prosessin vahvuudet ja kehittämistarpeet, sekä voidaan määritellä tavoitetaso. Benchmarking sisältää seuraavat viisi vaihetta: vertailtavien prosessien mallintaminen, benchmarking kohteen etsiminen ja valitseminen, tulos- ja mittaustietojen keräys, tietojen

analysointi sekä tulosten hyödyntäminen prosessianalyysissä. Nykyisen prosessin ja tavoiteprosessin eroavaisuuksien vertaaminen nostaa esiin prosessin konkreettiset muutostarpeet. (Lecklin 2006, 149, 163.)

Usein prosessin kehittäminen tapahtuu pienin askelin ja yhden työvaiheen sisällä. Kehittäminen voi olla uusien tekniikoiden ja työvälineiden käyttöönottamista, menettelyjen virkamiivaistamista ja rationalisoimista sekä työohjeiden ja menettelytapojen uusimista. Yksittäiset kehittämisprojektit johtavat toisinaan laajempaan uudistamiseen, missä prosessin kulkua muutetaan, työvaiheita yhdistetään sekä työskentelytapaa ja johtamisjärjestelmää uusitaan. Jos prosessi suunnitellaan kokonaan uudestaan, puhutaan prosessin uudistamisesta *business process reengineering (BPR)*. (Lecklin 2006, 150.)

Prosessin kartoittamisen, mittaamisen, vertaamisen, tutkimisen ja ongelmanratkaisun jälkeen prosessianalyysin tuloksena saadaan monenlaisia kehitysvaihtoehtoja, joita voivat olla: prosessin uudistaminen (*BPR*), prosessin kulkuun tehtävät muutokset, työvaiheiden sisäiset muutokset, muutokset johtamisjärjestelmään tai jokin edellisten vaihtoehtojen yhdistelmä. Toteutusvaihtoehtoja valittaessa tulee huomiota kiinnittää prosessin suorituskyykyyn, asiakastyytyväisyyteen ja muutosten toteuttamismahdollisuuteen. Näistä ensimmäinen on kaikista yleisin kehittämismotiivi. (Lecklin 2006, 187-188.)

Prosessin suorituskyyvyn paraneminen ilmenee prosessin virheiden vähenemisenä, laatu-kustannusten laskuna ja prosessimittari arvojen paranemisena. Valittavan toteutusvaihtoehdon on oltava sellainen, että se voidaan perustella puhtaasti teknisillä mittareilla ja tulosparannuksella. Tämän lisäksi vaatimuksena on, että henkilöstön on oltava valmis toteuttamaan muutokset ja koettava ne mielekkäiksi. Myöskään asiakastyytyväisyyttä ei saa unohtaa kehitystyössä, etenkin silloin jos suorituskyyvyn lisääminen prosessissa vaatii töiden siirtämistä asiakkaan suoritettavaksi (esimerkiksi itsepalvelumyymälät ja maksuautomaatit). Toteutusvaihtoehtoja arvioitaessa on tavoitteena löytää tasapainotila asiakastyytyväisyyden ja kustannustehokkuuden väliltä. Ennen kehittämisvaihtoehdon lopullista valintaa täytyy ratkaisun läpivietävyys ja muutokset toimintaympäristöön arvioida. Pienet ja lyhytkestoiset kehitysprosessit ovat helpompia toteuttaa ja vähempi riskisiä kuin laajat ja pitkäkestoiset muutokset. Muita toteutusmahdollisuuksiin vaikuttavia seikkoja ovat muun muassa toteutuskustannukset ja -vaikeudet, vaikutus muihin prosesseihin, vaikutus tietojärjestelmiin sekä prosessin osallisten hyväksyntä. (Lecklin 2006, 188-189.)

Prosessin parantaminen

Toteuttamisvaihtoehdon valinnan jälkeen laaditaan prosessin parannussuunnitelma. Parannussuunnitelmaan tulisi kuvata ainakin parannustavoitteet, uusi prosessikuvaus, resurssitarpeet sekä prosessin mittaus ja seurantavaatimukset.

Kaikkia prosessin kehittämisestä johtuvia muutoksia ei välttämättä voida testata. Tällöin merkittävien muutosten toteuttaminen tulisi testata pilotin eli koeprojektin avulla pienessä mittakaavassa. Pilotin tavoitteeksi voidaan asettaa esimerkiksi onnistumisen edellytysten selvittäminen, suorituskyvyn ja toimivuuden testaaminen tai laadun ja tuottavuuden paranemisen varmistaminen. (Lecklin 2006, 191-192.)

Joissain tilanteissa erillisen käyttöönottosuunnitelman laatiminen voi olla tarpeen, jos prosessiin toteutettavat muutokset ovat hyvin laajamittaisia tai vaativat esimerkiksi henkilöiden kouluttamista. Onnistuneen käyttöönoton varmistamiseksi on hyvä pitää mielessä muutama asia:

- Prosessiin osallistuvat henkilöt on saatava mukaan mahdollisimman varhain ja heille on annettava mahdollisuus vaikuttaa prosessin parantamiseen.
- Muutosvastarintaan tulee reagoida. Muutoksen vastustajat olisi hyvä saada mukaan kuuntelemalla ja yhteistyömuotoja hakemalla.
- Prosessiin osallistuva johto ja prosessinomistaja pyritään sitouttamaan uuteen toimintatapaan, antamaan tälle tukensa ja osallistumaan muutosvaiheeseen.
- Liian mittavia kertamuutoksia tulisi välttää ja henkilöstölle tulisi antaa aikaa valmistautua muutokseen.
- Uudistuksille on annettava näkyvyyttä, ja sekä kommunikaation että viestinnän tulisi toimia.
- Palautetta pitää antaa. Jos käyttöönotto sujuu hyvin, on syytä antaa tunnustus osallistujille. Jos käyttöönotossa sattuu virheitä, on niihin reagoitava.
- Kehitystyöhön osallistuvilla tulee löytyä kärsivällisyyttä. Tulosten paraneminen ja uuden oppiminen voivat kestää kauankin muutosten vaikeusasteesta riippuen. Tilannetta tulee seurata säännöllisesti. (Lecklin 2006, 194-195.)

Jatkuvan kehittämisen periaatteen mukaan prosessien kehittäminen ei pääty uudistetun prosessin käyttöönottoon. Prosessin suorituskkyä tulee valvoa, tarkkailla ja mitata säännöllisesti. Kehitys projektin tulokset täytyy muistaa myös dokumentoida ja jakaa kaikille projektin osapuolille ja prosessin osallisille. (Lecklin 2006, 197.)

2.2.3 Prosessimittarit ja tavoitteet

Prosessinmittaaminen on oleellinen osa prosessin hallintaan ja kehittämistä: sitä mitä ei voi mitata, ei voi myöskään hallita tai kehittää. Mittausvälineiden on oltava kunnossa oikean mittaustuloksen saamiseksi. Hyvän prosessimittarin ominaisuuksia ovat:

- luotettavuus
- yksiselitteisyys
- helppokäyttöisyys ja ymmärrettävyys
- oikeudenmukaisuus
- edullisuus
- nopeus
- olennaisuus. (Lecklin 2006, 153.)

Prosessissa voidaan seurata ja mitata sekä sen syötteitä, suoritteita että itse prosessin toimivuutta. Mittarit voidaan jakaa sisäisiin laatumittareihin ja tulosmittareihin. Tulosit-tarit mittaavat prosessin suoritteen laatua, kuten suoritteen arvoa asiakkaalle, asiakas-tyytyväisyyttä ja tuotantovolyymia. Prosessin suoritteiden mittaaminen voi olla hyvä läh-tökohta prosessien parantamisen alkuvaiheessa, koska niistä on usein helposti tietoa saatavilla, mutta se ei anna ajantasaista tietoa prosessin ohjaamiseen. Jatkuva proses-sin parantaminen edellyttäisi sisäisten laatumittareiden käyttöönottoa, jotka edistävät prosessin optimointia sen toteutuksen aikana. Tuotantoprosessien yleisiä laatumittareita ovat muun muassa prosessin läpimenoaika, aikataulun osumatarkkuus, toimitusvar-muus, kokonaissaanto, tehokkuus (suoritteet/aika), tuottavuus (tuotos/panos), poik-keamien määrä ja keskeneräinen työ (KET). (Lecklin 2006, 151, 154; Martinsuo & Blom-qvist 2010, 15.)

Hyvä prosessinseurantajärjestelmä ottaa huomioon niin syötteet ja suoritteet kuin itse prosessin toimivuuden suhteessa asetettuihin päämääriin. Toimivat mittarit kuvaavat

prosessin todellista suorituskkyä ja jopa ennakoivat sitä, ottavat huomioon eri sidosryhmien vaatimukset, edistävät prosessin ohjausta ja jatkuvaa parantamista sekä antavat johdolle selkeän kuvan siitä, millä tavoin toimintaa pitäisi kehittää. Hyvä mittausjärjestelmä on kytketty yrityksen strategiaan ja tavoitteisiin ja sitä muokataan, jos strategia ja tavoitteet muuttuvat. (Martinsuo & Blomqvist 2010, 16.)

Prosessien ja myös niiden aliprosessien tulee olla tavoitteeltaan linjassa yrityksen strategian kanssa ja tukea sen saavuttamista. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että prosessien tavoitteissa tulee ottaa huomioon asiakas ja arvonluonti asiakkaalle sekä yrityksen tulostavoitteet. Tavoitteiden seurannan helppouden kannalta on merkityksellistä, että tavoitteet on määritelty mahdollisimman konkreettisiksi ja mitattaviksi sekä niille on asetettu tavoitetaso, jota voidaan muuttaa tarvittaessa toiminnan kehittyessä. Hyvä tavoite on esitetty numeroilla, sillä on mittayksikkö, ja se on aikaan sidottu. Tämän lisäksi prosessien kehittämiseen liittyville tavoitteille on ominaista, että ne liittyvät kehitettävän prosessin ydinsuorituskyvyn parantamiseen. (Laamanen 2001, 203; Martinsuo & Blomqvist 2010, 17.)

Prosessin tavoitetilan määrittäminen voidaan toteuttaa seuraavalla tavalla:

- Pohdi, minkälaisen suunnan nykyinen strategia tarjoaa prosessille.
- Keskustele asiakkaiden kanssa minkälaisia odotuksia ja vaatimuksia heillä on prosessia kohtaan.
- Vertaile kehitettävän prosessin kanssa samanlaisia prosesseja niiden suorituskkytavoitteiden ja uudistamismahdollisuuksien osalta.
- Aseta kehitettävälle prosessille tulostavoitteet
- Mahdollista prosessin tulostavoitteiden toteutuminen kehittämällä prosessin osatekijöitä. (Martinsuo & Blomqvist 2010, 17.)

2.3 Lean-toimintamalli

Tässä kappaleessa käsitellään Lean-toimintamallia, joka valittiin insinööriyöhön käsiteltäväksi kahdesta syystä: Lean on toimivaksi todettu 2000-luvulla paljon käytetty toiminnan kehittämisen filosofia, sekä sen periaatteita on käytössä myös insinööriyön toimeksiantoyrityksessä.

James Womack ja Daniel Jones määrittelevät Lean-tuotannon kirjassaan *Lean Thinking* viisivaiheiseksi prosessiksi: asiakkaan arvon määrittäminen, arvoketjun määrittäminen, prosessin virtautus (*flow*), imuohjaus asiakkaan tarpeen mukaan ja erinomaisuuden tavoittelu. Lean-toimintamalli on jatkuvan kehittämisen filosofia, jolla pyritään luomaan yrityksen toimintaan tarkoituksenmukaisuutta, järkevyyttä ja täsmällisyyttä asiakasnäkökulmasta katsottuna. Lean-ajattelu on kehitetty autovalmistaja Toyotan tuotantoperiaatteiden pohjalta 1990-luvun alussa. (Liker 2010, 7; Kouri 2009, 6.)

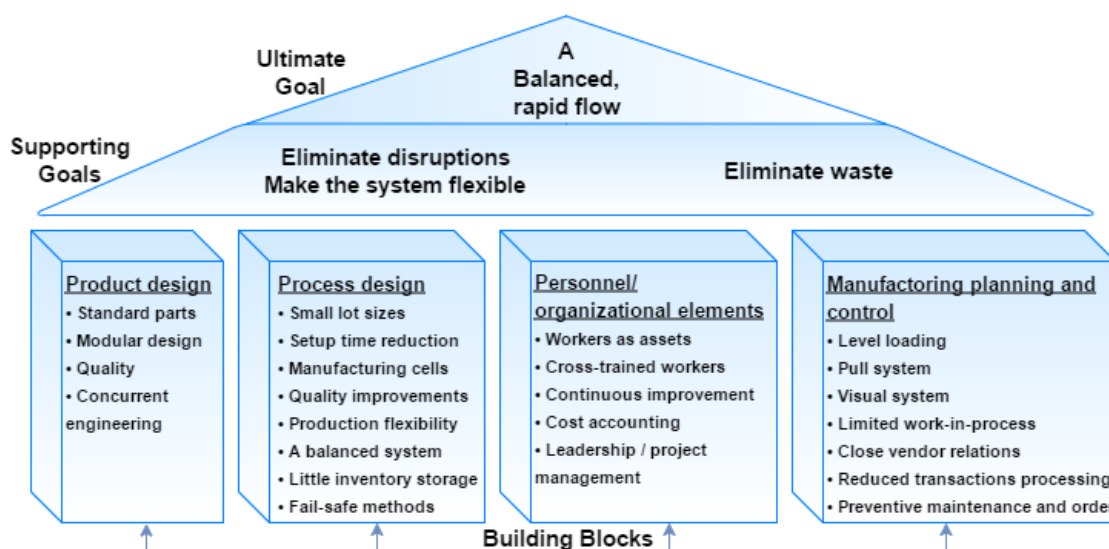
Monet yritykset ovat siirtyneet perinteisestä toimintatavasta Lean-toimintamalliin. Lean-toimintamalli on luonteeltaan joustava, ja se käyttää vähemmän resursseja kuin perinteiset toimintatavat. Lean-toimintamallin avulla voidaan saavuttaa yrityksessä perinteisiä toimintatapoja korkeampi tuottavuus, pienemmät kustannukset, lyhemmät läpimenoajat ja korkeampi laatutaso. (Stevenson 2009, 693.)

Lean-ajattelussa on kolme perusominaisuutta: toiminta on kysyntään perustuvaa, keskittyy hukan poistamiseen ja pyritään rakentamaan erinomaisuutta tavoittelevan jatkuvan parantamisen kulttuuria (*kaizen*) (Stevenson 2009, 694.)

2.3.1 Lean-toiminnan tavoitteet ja yleiskuva

Lean-filosofian ydintavoite on työn vakaa ja sujuva virtaus, joka perustuu mahdollisimman lyhyisiin läpimenoaikoihin käyttämällä resursseja hyväksi parhaalla mahdollisella tavalla. Tätä tavoitetta tukevia tavoitteita ovat häiriöiden ja hukan poistaminen sekä yrityksen toiminnan joustavuuden kehittäminen. Se, kuinka hyvin Lean-toiminnan ydintavoite kyetään yrityksessä saavuttamaan, on riippuvainen yrityksen kyvystä saavuttaa tukitavoitteet. (Stevenson 2009, 696.)

Häiriöt vaikuttavat negatiivisella tavalla tuotteiden virtaukseen. Häiriöt tulee siis poistaa nopeuden ja joustavuuden saavuttamiseksi systeemissä. Häiriöt ovat seurausta monenlaisista asioista kuten huonosta laadusta, kone- ja laitehäiriöistä, aikataulun muutoksista tai myöhästyneistä toimituksista. (Stevenson 2009, 696.)



Kuva 7. Yleiskuva Lean-toiminnan tavoitteista ja niitä tukevista elementeistä (Stevenson 2009, 696).

Kaksi tärkeää systeemin joustavuuteen vaikuttavaa tekijää ovat asetus- ja läpimenoajat. Pitkät asetus- ja läpimenoajat eivät mahdollista yrityksen joustavaa toimintaa. Joustavasti toimiva yritys kykenee tuottamaan erilaisia tuotteita niin, että sen tuotanto pysyy tasapainossa ja suoritusteho ei kärsi. Asetus- ja läpimenoaikojen lyhentäminen on erittäin oleellinen asia Lean-periaatteilla toimivassa yrityksessä. Prosessin nopeus on suoraan verrannollinen sen joustavuuteen. (Stevenson 2009, 697.)

Hukka edustaa yrityksen tuottamattomia resursseja: poistamalla hukkaa voidaan yrityksen käyttöön vapauttaa resursseja ja tehostaa tuottavuutta. Esimerkiksi varastointi on lisäarvoa tuottamaton resurssi, joka lisää kustannuksia. Hukkaa tulee poistaa niin paljon kuin mahdollista. (Stevenson 2009, 697.)

2.3.2 Hukka

Lean-ajattelussa hukkaa (*muda*) on kaikki turha ja arvoa lisäämätön työ. Hukka on jaettu seitsemään luokkaan, jotka ovat:

- **Ylituotanto** eli tuotteiden valmistaminen välitöntä tarvetta enemmän.
- **Odottelu ja viivästykset** jotka aiheutuvat esimerkiksi kone- ja laitehäiriöiden sekä materiaalipuutteiden takia.

- **Tarpeeton kuljettaminen** jota tulisi välttää esimerkiksi eri tuotantovaiheiden välillä.
- **Laatuvirheet** tuhlaavat materiaaleja ja kapasiteettia ja johtavat asiakastyytymättömyyteen.
- **Tarpeettomat varastot** sitovat pääomaa, lisäävät kustannuksia, pidentävät läpimenoaikoja sekä piilottavat ongelmia.
- **Ylikäsittely** tarkoittaa asiakkaan näkökulmasta merkityksettömien asioiden tekemistä.
- **Tarpeeton liike työskentelyssä** ei tuo lisäarvoa tuotteeseen.

Lisäksi mukaan voidaan laskea kahdeksas hukka, joka on käyttämättä jätetty työntekijän luovuus. Tämä perustuu ajatukseen siitä, että työntekijöillä on paras tieto työvaiheiden ja menetelmien toiminnasta sekä niiden kehittämisestä. (Kouri 2009, 7-8.)

Kirjallisuudessa on esitetty väite, että 20 % prosessien tapahtumista aiheuttaa 80 % ongelmista ja myöhästymisistä. Keskittämällä huomio kyseiseen 20 % prosessin tapahtumista on mahdollista parantaa suurinta osaa prosessista. Tämä periaate tunnetaan myös Lean Six Sigma -yhteydessä nimellä *The Law of Focus*. Tällöin keskittämällä kehitystoiminta oikeisiin asioihin pystytään parantamaan suurinta osaa prosessista ja poistamaan hukkaa. (George, Rowlands & Kastle 2004, 44.)

Johtavissa yrityksissä työn tehokkuus perustuu usein hukkien poistamiseen ja asiakasarvoa lisäävän työn maksimointiin. Arvoa lisäämättömien toimintojen eli hukan eliminimisesta saavutetun onnistuneen kehitystyön avulla tavoitellaan asiakastyytyväisyyden sekä laadun nousua, vähennetään kokonaiskustannuksia ja nopeutetaan läpimenoaikoja. (Kouri 2009, 6-11.)

2.3.3 Lean-toiminnan kehittäminen

Toiminnan kehittäminen Lean-periaatteiden mukaiseksi voidaan toteuttaa monella tavalla, mutta seuraavaksi esitän yhden yleisesti käytetyn etenemistavan. Toiminnan kehittäminen aloitetaan usein määrittelemällä tuotteen ja palvelun arvo asiakasnäkökulmasta. Kun tiedetään seikat, mistä asiakas on valmis maksamaan ja mitkä ominaisuudet eivät asiakkaan silmissä tuota lisäarvoa tuotteeseen, voidaan kehitystoiminta ohjata oikeisiin asioihin. (Kouri 2009, 8.)

Yrityksen arvoketju kuvataan, jonka seurauksena on mahdollista määritellä ne toiminnot ja prosessit, joissa asiakkaan saama lisäarvo muodostuu. Samalla lisäarvoa tuottamattomat prosessit poistetaan ja arvoa tuottavia prosesseja tehostetaan. (Kouri 2009, 8.)

Tämän jälkeen yrityksen tuotanto virtautetaan, eli toteutetaan niin, että tuotteet virtaavat pysähtymättä arvoketjussa. Tuotannossa olevia välivarastoja pienennetään ja siirtomattoja lyhennetään. Tuotannon layoutista pyritään tekemään mahdollisimman selkeä ja virtauksen mahdollistava. Virtautus tuo yleensä esiin tuotantoprosessissa olevia ongelmia ja virheitä, kuten konehäiriöitä ja laatupoikkeamia. Tämä pakottaa kehittämään tuotannon luotettavuutta, poistamaan häiriöitä ja lisäämään toiminnan suunnitelmallisuutta. Yksi Lean-ajattelun keskeisiä tavoitteita onkin poistaa tällaiset häiriöt systeemistä. (Kouri 2009, 8, 20.)

Kun virtautus on toteutettu, voidaan siirtyä tuotteiden imuohjaukseen. Suppeasti määriteltynä JIT-filosofia (*Just-in-time*) voidaan nähdä samana asiana kuin imuohjaus. Imuohjauksella tarkoitetaan tuotteiden ja osien valmistamista ainoastaan todellisen tarpeen ja kulutuksen mukaan. Todellinen tarve on aina lähtöisin asiakkaan kysynnästä. (Kouri 2009, 9.)

Lean-toiminnan kehittäminen ei lopu tähän vaan prosesseja kehitetään jatkuvasti ratkaisemalla ongelmia ja poistamalla erilaisia hukkia työstä. Prosesseissa pyritään virheettömyyteen ja erinomaisuuteen. Prosessit pyritään toteuttamaan mahdollisimman laadukkaasti ja tehokkaasti. (Kouri 2009, 9.)

2.3.4 Lean tuotannossa

Käytännön tason toteutuksessa Lean-toimintamallin noudattaminen pyrkii tuottamaan oikean määrän oikeanlaisia tuotteita, annettuna ajankohtana ja määrättyjen laatumääräysten mukaisina. Lean-tuotantomallin tyypillisiä piirteitä on myös tuotannon erityisen hyvä organisointi, jonka saavuttamiseen voidaan käyttää apuna esimerkiksi 5S-menetelmää. (Kouri 2009.)

Lean-periaatteella toimivassa yrityksessä tuotanto on tasoitettu niin, että tuotteita valmistetaan säännöllisesti toistuvissa pienissä erissä asiakastarpeen mukaan. Tällöin tuotevaihdot ja asetusajat lisääntyvät, mutta yrityksen on mahdollista vastata muuttuvaan kysyntään muuttamatta päivittäistä työtahtia. Tuotannon tasoittaminen lisää tuotannon

joustavuutta asiakastarpeen mukaan, tasoittaa kuormitusta ja pienentää varastointitarvetta. (Kouri 2009, 18-19.)

Työn vakiinnuttaminen

Monet ihmiset luulevat virheellisesti, että vakiinnuttamisessa eli standardoinnissa on kyse ehdottomasti parhaan tekotavan löytämisestä ja siinä pitäytymisestä. Autovalmistaja Toyotan mukaan tuotantoprosessissa standardointi on jatkuvan parantamisen ja laadun perusta. Standardeilla on Toyotalle huomattavasti laajempi rooli kuin tehdä työläisten tehtävistä toistettavia ja tehokkaita. Kaikki yrityksessä tietävät standardoinnista ja harjoittavat sitä. Jos prosessi vaihtelee edestakaisin, on sitä mahdotonta analysoida ja parantaa. Sen takia prosessi täytyykin ensin vakauttaa ennen kuin siihen voi tehdä jatkuvia parannuksia. (Liker 2010, 142.)

Aina kun Toyotalla havaitaan virhe, ensimmäiseksi tarkastetaan, noudatettiinko standardoitua työtä. Osana ongelmanratkaisua ja virheiden etsimistä johtaja seuraa työntekijää ja käy standardoidun työprosessin läpi vaihe vaiheelta. Jos työntekijä noudattaa standardoitua työtä ja virheitä silti ilmenee, silloin standardeja on muutettava. (Liker 2010, 142.)

Toyotalla työntekijät itse suunnittelevat ja rakentavat laatua kirjoittamalla standardoitujen työtehtävien kuvauksia. Kaikkien laatumenetelmien on oltava niin yksinkertaisia ja käytännöllisiä, että työntekijän on mahdollista käyttää niitä päivittäin. Laatua on mahdotonta ilman menetelmien standardointia prosessien ja sen tuotosten yhdenmukaisuuden varmistamiseksi. (Liker 2010, 142.)

5S-menetelmä

5S-menetelmällä kehitetään yrityksen siisteyttä ja järjestystä. Menetelmä soveltuu mihin tahansa työympäristöön. 5S-menetelmä tulee alun perin s-kirjaimilla alkavista japaninkielisistä sanoista, jotka käännettynä suomeksi ovat erottele, järjestä, puhdista, vakioi ja ylläpidä. 5S-menetelmän viisivaihetta auttavat organisoimaan työympäristön toimivaksi poistamalla ympäristöstä kaikki ne tavarat, joita ei juuri sillä hetkellä työtehtävästä suoriutumiseen tarvita. (Väisänen 2013.)

5S-ohjelman keskeinen tavoite on työpiste, joka on siisti, hyvässä järjestyksessä, turvallinen, tehokas, käyttäjälleen viihtyisä ja helpottaa kehittämistä. Se auttaa vähentämään tapaturmia, virheitä ja yleisesti muuta hukkaa. 5S-menettelyjä sovelletaan koko organisaatioon, eikä vain johonkin sen osiin tai työpisteisiin. 5S saa aikaan työympäristön, joka lisää viihtyvyyttä, tuottavuutta ja antaa sekä siistin että hyvän vaikutelman asiakkaalle yrityksestä ja myös sen arvoista. 5S-ohjelmassa kehitetään periaatteet ja käytännöt siisteystelle, järjestykselle sekä puhtaudelle ja niiden kehittämiselle. (Tuominen 2010, 7.)

Lyhyesti kerrottuna 5S-ohjelma toteutetaan seuraavalla tavalla. Kun ohjelmalle on asetettu tavoitteet, aikataulu ja vastuunjako, aloitetaan toteuttaminen poistamalla kaikki tarpeettomat tavarat (*erottele*) työympäristöstä, jonka jälkeen jäljelle jäävät tavarat järjestetään (*järjestä*) niin, että jäljelle jäänyt on näkyvillä ja helposti saatavilla. Tämän jälkeen työympäristö siivotaan (*puhdist*a). Nämä kolme ensimmäistä vaihetta vakiinnutetaan (*vakioid*a) organisaation tavallisiksi käytännöiksi. Standardoinnilla pyritään pitämään yllä organisaation tuotannon ja toiminnan vakioitujen tapojen (esim. käyttäjäkunnossapito) lisäksi sekä järjestystä että puhtautta. Johdon tehtävä on pitää huoli siitä, että implementoituja menetelmiä noudatetaan jatkuvasti (*ylläpidä*). Tämä tarkoittaa kaikkien organisaatiossa työskentelevien sitouttamista 5S-menetelmän periaatteisiin. (Tuominen 2010.)

5S-menetelmän perimmäisenä tarkoituksena on lyhentää läpimenoaikaa ja saada virtaus nopeammaksi. Sillä luodaan perusta JIT-ohjauksen toteutumiselle. 5S-ohjelman seurauksena ei työpaikoille enää kerätä turhaa tavaraa, joka häiritsee toimintaa. Tällöin tilojen käyttö tehostuu ja yli jäävää tilaa voidaan käyttää muuhun tarkoitukseen. Ohjelman tarkoituksena on tarjota puitteet sille, että tavaroita on aina oikea määrä oikeita tavaroita, oikeassa paikassa ja oikeaan aikaan. (Tuominen 2010, 8.)

2.4 Ongelmanratkaisumenetelmät

Jokaiselle ongelmalle on olemassa syy. Ongelmanratkaisussa kaikista tärkeintä on tunnistaa ongelman oikea syy eli niin sanottu juurisyy. Toisinaan tämän syyn löytäminen voi olla hyvinkin työlästä ja siihen käytettävä vaivannäkö saatetaan aliarvioida. Usein ongelman poistaminen on paljon helpompaa kuin sen syyn löytäminen. Yksinkertaisin keino ratkaista ongelma on ensin tunnistaa ongelman juurisyy (tai syyt) ja tämän jälkeen etsiä keinot, joilla ongelma poistetaan ja ehkäistään uudelleen tapahtumasta. (Andersen & Fagerhaug 2006, 3.)

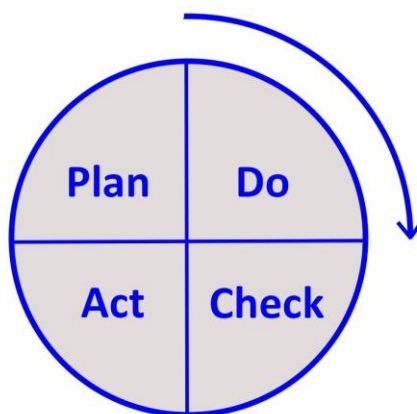
Ongelmien ratkaisemiseksi on kuitenkin kehitetty lukuisia apuvälineitä ja työkaluja. Tässä osiossa esitellään kolme yleisesti tunnettua työkalua, joissa ongelmien ratkaisu tapahtuu systemaattisesti. Lean-periaatteiden mukaan ongelmanratkaisusta ei saa tehdä liian vaikeaa, joten osiossa keskitytään monimutkaisten menetelmien sijaan yksinkertaisiin ja toimiviin malleihin: PDCA-sykli, viisi miksi-analyysi sekä syy- ja seurausanalyysi.

PDCA-kehityssykli

PDCA-kehityssykli on neljä vaiheinen jatkuvaa parantamista tukeva laadunkehitys ja ongelmanratkaisu menetelmä, joka tunnetaan myös nimellä Demingin ympyrä. Menetelmän tarkoituksena on systematisoida yrityksen kehitystoimintaa ja taata toiminnan jatkuvuus. (Haverila ym. 2009, 381.)

PDCA-syklin kehittäjänä tunnettu William Edwards Deming (1900-1993) oli yhdysvaltalainen tilastotieteilijä, professori, kirjailija ja konsultti, jota on tituleerattu saavutustensa vuoksi laatujohtamisen isäksi. 1950-luvulta lähtien hän opetti Japanissa korkeimmille yritysjohtoille, kuinka parantaa suunnittelua, tuotteiden laatua, testausta ja kuinka lisätä myyntiä kansainvälisten markkinoiden kautta. Tästä syystä hänet on liitetty 1950- ja 1960-luvuilla Japanissa tapahtuneeseen valtavaan talouskasvuun, jota kutsutaan Japanin talousihmeeksi. (Management & Business Studies Portal 2015.)

Deming korostaa laadunhallinnassa systeemiä ja sen merkitystä: 95 % laatuongelmien syistä johtuu systeemistä ja sen heikkouksista. Näin ollen vain 5 % ongelmista johtuu erityisyyistä kuten ihmisen toiminnasta. Tämän vuoksi johtamisenkin pitäisi suuntautua systeemiin ja prosesseihin ennemmin kuin ihmiseen. Vaikka ongelman syy näyttäisikin olevan ihmisen tekemä virhe, useimmiten sen taustalla on systeemi, joka on mahdollistanut, tai jossain tapauksissa jopa edesauttanut ihmisen tekemän virheen syntymistä. (Management & Business Studies Portal 2015.)



Kuva 8. PDCA-sykli

- *Plan* – Suunnittele: Tunnista ja analysoi ongelma sopivilla menetelmillä. Laadi suunnitelma toiminnan kehittämiseksi.
- *Do* – Toteuta: Toteuta suunnitellut toimenpiteet ja dokumentoi muutokset.
- *Check* – Tarkasta: Tarkasta uudistetut toimintamallit ja analysoi saavutettiinko tavoitteet.
- *Act* – Kehitä: Jos tavoitteet saavutettiin, vakiinnuta ja dokumentoi toimintamallit. Mikäli tavoitteet jäivät saavuttamatta, analysoi tilanne ja ala kehitysykli uudelleen. (Haverila ym. 2009, 382.)

PDCA-sykli kokoaa yhteen tieteellisen ongelmanratkaisun periaatteet. Se suosii datan käyttöä ja sen analysointia logiikkaa hyväksi käyttäen. Siinä on mahdollisuus falsifiointiin, joka tarkoittaa käytännössä sitä, että kehittämistoimet tulee testata ennen lopullista käyttöönottoa. Tämän lisäksi toiminnot pyritään toteuttamaan mahdollisimman yksinkertaisesti ja taloudellisesti. (Lahden ammattikorkeakoulu 2013, 24.)

Viisi miksi -analyysi

Viisi miksi -analyysin ajatuksena on selvittää ongelmien aiheuttajat ja kehittää vastatoimenpiteet. Se on olennainen osa Leanin jatkuvaa parantamista. Viisi miksi -analyysillä pyritään löytämään ongelmien juurisyyt, jotka ovat piilossa pintasyiden takana. Kun havaitaan ongelma, yleensä kysytään miksi se ilmeni. Viisi kertaa miksi-kysymyksen esittäminen edellyttää, että löydettyä vastausta ensimmäiseen miksi-kysymykseen, kysytään miksi se ilmeni. Tällöin kysymyksen esittäminen johdattaa yleensä taaksepäin prosessissa.

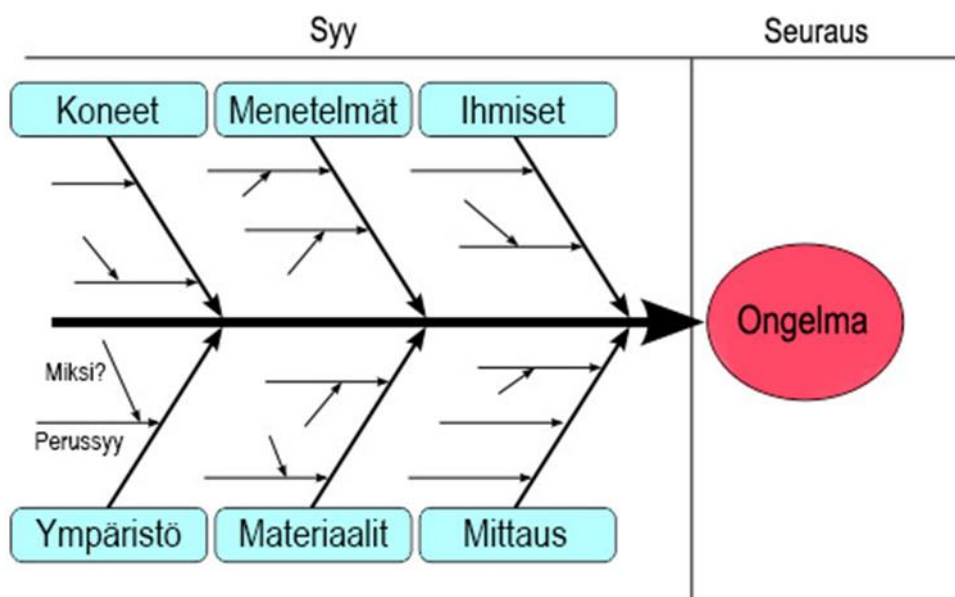
	Ongelman taso	Vastaava vastatoimenpiteiden taso
	Tehtaan lattialla on öljylammikko	Siivoa öljy
Miksi? ↓	Koska koneesta valuu öljyä	Korjaa kone
Miksi? ↓	Koska tiiviste on heikentynyt	Vaihda tiiviste
Miksi? ↓	Koska ostimme heikompi laatuksia tiivisteitä	Muuta tiivisteiden teknisiä ominaisuuksia
Miksi? ↓	Koska saimme hyvän hinnan noille tiivisteille	Muuta harkintakäytäntöjä
Miksi? ↓	Koska ostovälittäjiä arvioidaan lyhyen aikavälin kustannussäästöjen pohjalta	Muuta myyntivälittäjien arviointikäytäntöä

Kuva 9. Viisi miksi -analyysi (Liker 2010, 253.)

Kuvassa 9 on esitetty kuvitteellinen esimerkki viisi miksi -analyysistä, jota autovalmistaja Toyota on käyttänyt ongelmanratkaisukoulutuksessaan. ”Ongelmana on öljylammikko tehtaan lattialla. Tässä esimerkissä jokainen miksi-kysymys johtaa taaemmas prosessissa ja syvemmälle organisaatioon. Huomaa, että vastatoimenpiteet ovat täysin erilaiset sen mukaan, miten syväle kaivaudumme. ” (Liker 2010, 253.) Kuvan esimerkki johtaa aina tiivisteiden ostologiikkaan asti. Esimerkissä organisaation ostovälittäjä osti tiivisteitä halvemmalla hinnalla, vaikka osat olivat huonompilaatuisia, koska ostovälittäjiä arvioidaan organisaatiossa lyhyen aikavälin kustannussäästöjen pohjalta. Korjaamalla taustalla olevan ongelman, ostovälittäjien palkkiojärjestelmän, voimme estää ongelman tapahtumasta uudelleen.

Syy- ja seurausanalyysi

Analyysi tunnetaan myös kalanruotoanalyysinä tai keksijänsä mukaan Ishikawa-analyysinä. Ideana on piirtää kalanruodon muotoinen kaavio, joka selvittää ongelman juurisyyt ja helpottaa ongelman hahmottamista. (Lecklin 2006, 181.)



Kuva 10. Kalanruotokaavio eli englanninkieliseltä nimeltään cause-and-effect diagram.

Kaavion piirtäminen alkaa määrittämällä ongelma ja kirjoittamalla se oikeaan reunaan. Sen jälkeen kuvataan "selkäruoto" ja siihen poikkiruodot, joilla ryhmitellään ongelman perussyitä. Perussyitä voivat olla esimerkiksi kaavioon merkityt syyt: koneet, menetelmät, ihmiset, ympäristö, materiaalit ja mittaus. Perussyitä ei kannata valita liian montaa. Kun perussyitä on määritetty, kirjataan kaavioon ongelmia, jotka kytkeytyvät pääongelmaan. Syy-seurausanalyysia jatketaan kysymällä, miksi kyseinen ongelma ilmenee. Ongelman syyt merkataan kaavioon niin kutsutuiksi hiusruodoiksi. Miksi-kysymyksiä voidaan esittää useita samaa ongelmaa kohtaan ja näin jatkaa ongelman analysointia syvällisemmäksi (samalla tavalla kuin viisi miksi -analyysissa). (Lecklin 2006, 181-182.)

Paneutumalla syvemmälle ongelman eri tasoille löydetään usein tärkeitä syitä, joita on vaikea havaita ongelmaa päällisin puolin analysoitaessa. Syy-seurausanalyysiin kuuluu kalanruodon täydentäminen ongelmien ryhmittelyllä sekä jatkoanalyysi. Ryhmittely voidaan toteuttaa esimerkiksi yliviivaamalla ne syyt, jotka todetaan merkityksettömiksi, kehystämällä ne, joilla uskotaan olevan vaikutusta, ja jättämällä ne syyt ilman merkintää, joiden vaikutuksesta ei olla varmoja. (Lecklin 2006, 182.)

2.5 Työohjeiden laatiminen

Tässä luvussa sovelletaan jonkin verran Suomen Standardisoimisliiton SFS-EN 82079-1 standardia, joka on ohjeistus käyttöohjeiden laadintaan. Tälle opinnäytetyölle on olennaista työohjeiden laatiminen kirjalliseen muotoon, jolloin työohjeiden visuaalisia elementtejä ovat teksti, kuvat ja kaaviot. Muut ohjeiden esitystavat kuten videokuva on jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Hyvän ohjeen laatimisessa on otettava huomioon samat seikat kuin hyvien tekstien laatimisessa:

- On esitettävä vain tarpeelliset asiat, ei turhia.
- Asiat tulee esittää tarkoitusta parhaiten palvelevassa järjestyksessä ja muodossa.
- Ilmaisutavan pitää olla lukijoille sopiva. (Kankaanpää & Piehl 2011, 295.)

Työohjeella tarkoitetaan informaatiota, joka sisältää kaikki tarvittavat ilmaukset, joilla selitetään toimet, jotka suorittamalla työ voidaan toteuttaa turvallisesti, tehokkaasti ja laadukkaasti. Ohjeessa työn toiminnollisuus on kuvailtava, ja on pyrittävä ennakoimaan työntekijöiden kysymykset, kuten missä, kuka, mitä, milloin, miten ja miksi sekä vastattava näihin ennakoituihin kysymyksiin. Ohjeessa kuvattava informaatio riippuu kohderyhmästä ja tehtävistä, joita kohderyhmien jäsenten on tarkoitus harjoittaa. (Suomen Standardisoimisliitto SFS 2012, 36, 56.)

Suomen Standardisoimisliiton mukaan ohjeessa esitettävän informaation on oltava mahdollisimman yksinkertaista ja tiivistä. Lauseiden tulisi olla kieliopillisesti moitteettomia ja lyhyitä. Yksi virke sisältää mielellään vain yhden käskyn. (Suomen Standardisoimisliitto SFS 2012, 56.)

Työohjeita voidaan arvioida neljän ominaisuuden avulla. Hyvän työohjeen tulisi täyttää kaikki neljä kriteeriä:

- Luotettavuus: työohjeet ovat virheettömät ja ajan tasalla. Ohjeet menettävät täysin arvonsa, jos työntekijä ei pysty suorittamaan tehtävää niissä opastetuin toimin.
- Selkeys: jokainen työtä suoritettava pystyy ymmärtämään ohjeen helposti ja mahdollisimman pienellä vaivannäöllä.

- Johdonmukaisuus: terminologiaa on käytetty yhdenmukaisesti ja hyvin tekniset termit tulee olla määritelty. Työohjeen tulee myös vastata työtehtävää, johon työohje on laadittu.
- Saatavuus: ohjeet on dokumentoitu ja ne ovat työntekijän saatavilla aina silloin kun työtehtävä tulisi suorittaa. (Highet 2008.)

Jos työohjeissa käytetään kuvia, tulisi niiden täydentää teksti muodossa esitettyä informaatiota. Tekstiä ja kuvia on tarpeen mukaan käytettävä yhdessä. Graafiset tunnukset, kuten turvallisuusmerkit tulisi pystyä tunnistamaan matkankin päästä. Kuvien käyttöön pätee samat periaatteet kuin tekstin kirjoittamiseen. (Suomen Standardisoimisliitto SFS 2012, 66.)

Ennen kuin työohjeen laatimisen voi aloittaa täytyy ohjeen kirjoittamisen aiheeseen tutustua perusteellisesti. Ohjeen laatijan on tunnettava prosessi tai aihe, mistä hän kirjoittaa. Alan kirjallisuuteen ja asetettuihin standardeihin tulee tutustua. Alan tai työtehtävän ammattilaisten haastattelu on hyödyllinen tapa perehtyä työohjeen laatimisen kohteeseen.

2.6 Käsitekehys

Käsitekehys tiivistää luvussa esitetyt, kirjallisuudesta poimitut prosessin parantamisen ja työohjeiden laatimisen parhaat käytännöt yhteenvedoksi, joka päättää tämän luvun. Käsitekehys esitetään neljän kuvion avulla, joista kolme ensimmäistä kuvaavat valitun prosessin kehittämismallin vaiheita ja niihin liittyviä parhaita käytäntöjä. Viimeinen kuvio tiivistää luvussa esitetyt työohjeiden laatimisen käytännöt parhaiden käytäntöjen yhteenvedoksi.

Prosessien parantaminen on mielekästä toteuttaa organisoidusti luvussa esitetyn tai muuten yleisesti tunnetun kehittämismallin avulla. Kun prosessissa ilmenee virheitä tai ongelmia, ne ratkaistaan toimiviksi todettujen ongelmanratkaisumenetelmien avulla. Parannellun prosessin vakiinnuttamiseksi voidaan laatia työohjeet.

1. Asiakas määrää laadun. Asiakaspalaute ja -arviointi ovat prosessin kehittämisen kannalta oleellisia lähtötietoja (George ym. 2004, 43). Prosessin jalostusarvoa pyritään lisäämään ottamalla asiakkaiden tarpeet järjestelmällisesti huomioon (Laamanen 2001, 226.)

2. Prosessin kuvaaminen on suositeltavaa tehdä sekä sanallisesti, että kuvallisesti. Hyvä prosessikuvaus sisältää prosessin kannalta kriittiset tekijät, esittää selkeästi asioiden väliset riippuvuudet ja auttaa ymmärtämään kokonaisuutta ja yksittäisten toimijoiden roolia prosessissa. (Laamanen 2001, 76.)

3. Prosessikaavio voidaan tehdä vuokaaviotekniikan avulla. Hyvää prosessikaaviota voi lukea mielessään kuin tarinaa. (Laamanen 2001, 79; Lecklin 2006, 179.)

4. Prosessin arviointi on suositeltavaa tehdä 5-vaiheisen arviointimallin avulla: Prosessikuvauksen esittely (1), prosessikuvauksen arviointi, jonka seurauksena paljastuvat prosessin vahvuudet ja heikkoudet (2), näkemysten esittely (3), parantamisalueiden priorisointi (4) ja jatkotoimenpiteistä sopiminen (5). (Laamanen 2001, 98.)

5. Anna kaikille prosessiin osallistuville mahdollisuus vaikuttaa. Henkilöstö kannattaa ottaa kehitysprosessiin mukaan varhaisessa vaiheessa, sillä se takaa paremman lopputuloksen ja vähentää muutosvastarintaa. (Lecklin 2006, 194.)

6. Parantamis tavoitteet tulee olla kaikkien prosessiin osallistuvien tiedossa. Tavoitteen tulee olla esitetty numeroilla, sillä tulee olla mittayksikkö ja se tulee olla aikaansidottu. (Lecklin 2006, 195.)

Kuva 11. Prosessin nykytilan kartoitukseen liittyviä parhaita käytäntöjä.

Kuva 11 esittää prosessin nykytilan kartoitukseen liittyviä hyviä toimintatapoja. Kuva 12 vuorostaan esittää prosessianalyysiin liittyviä hyviä käytäntöjä.

1. Nopeuta prosessia. Analysoi läpimenoaika ja lyhennä sitä jos mahdollista. Lean-periaatteiden mukaan hidas prosessi on kallis prosessi, ja jos prosessissa on paljon virheitä, silloin prosessi ei voi olla nopea. (George ym. 2004, 15.)

2. Lisää prosessin joustavuutta. Mahdollisimman suuret vastuukokonaisuudet, monitaitoisuus, tiimityö ja osaamisen kehittäminen ovat elementtejä joustavuuteen. (Laamanen 2001, 226.)

3. Yksinkertaista ja pyri järjestelmällisyyteen. Sovella 5S-periaatteita kehitettävään prosessiin jos mahdollista. Tämä helpottaa prosessin virtausta ja luo pohjan miellyttävämpään prosessiin. (Taghizadegan 2006, 81.)

4. Poista prosessista arvoa tuottamattomat toiminnot. Lean-filosofian mukaan hukkaa on ylituotanto, tarpeeton kuljettelu, odottelu tai joutoaika, ylikäsittely, turhat varastot, tarpeeton liike ja laatuvirheet. (Kouri 2009, 8-9.)

5. Keskity olennaisiin. Jos 20 % prosessin tapahtumista aiheuttaa 80 % ongelmista, keskity huomio kyseiseen 20 prosenttiin. Pareto-analyysillä voidaan varmistua siitä, mitkä prosessin tapahtumista aiheuttavat eniten virheitä. (George ym. 2004, 44.)

6. Tunnista prosessin ongelmat ja kehitä vastatoimet. PDCA-sykli toimii ongelmanratkaisun perustana: tunnista ongelman juurisyy (esimerkiksi käyttämällä syy-seuraus- tai viisi miksi-analyysia), kehitä vastatoimet ja varmista siitä, että ongelma ei enää toistu. Lopuksi vakiinnuta uudistettu toimintamalli. (Liker 2010, 251 -253.)

7. Mittaa prosessin suorituskkyä ja vähennä hajontaa. Kehitä mittarit prosessin arviointiin jos niitä ei ole valmiina. Tuotantoprosessille tyypillisiä mittareita ovat mm. prosessien tehokkuus ja tuottavuus, sekä asiakastytytyväisyys sekä henkilöstötyytyväisyys. (Laamanen 2001, 226.)

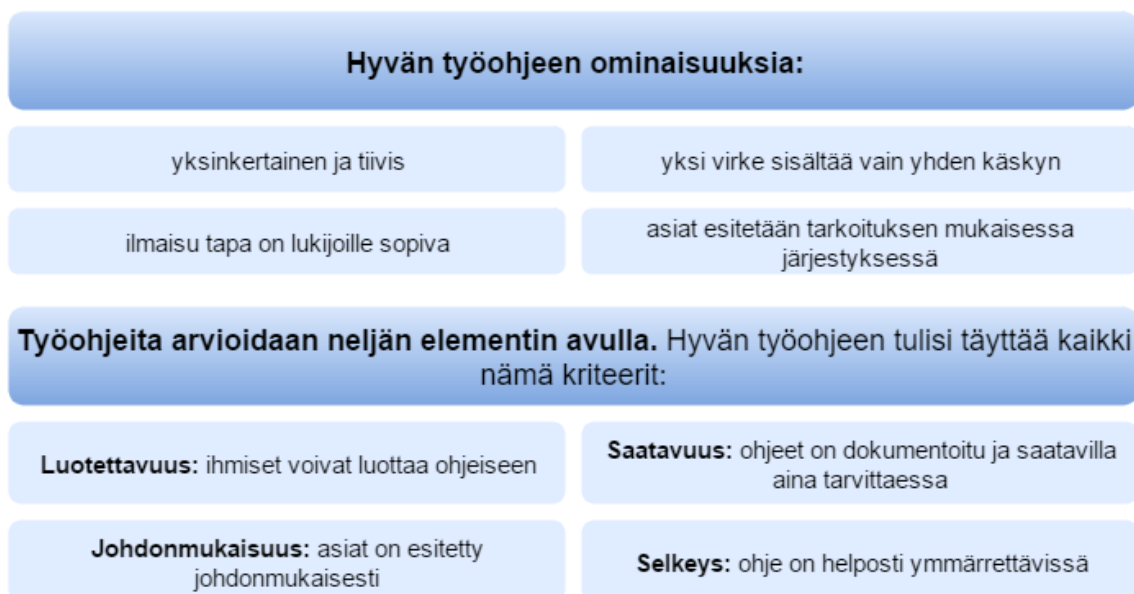
Kuva 12. Valitun kehittämismallin prosessianalyysi vaiheeseen liittyviä parhaita käytäntöjä

Prosessin nykytilan kartoituksen jälkeen siirrytään prosessianalyysi vaiheeseen, jonka tarkoitus on esittää kehitysehdotuksia tarkasteltuun prosessiin ja valita tapa miten prosessia parannetaan. Kuvassa 12 esitettyjen prosessianalyysiin liittyvien kirjallisuudesta poimittujen toimintatapojen avulla pystytään prosessin suorituskkyä kehittämään haluttuun suuntaan.

- 1. Perusta päätökset tietoon ja tosiasioihin.** (George ym. 2004, 10.)
- 2. Prosessiin osallistuva johto ja prosessinomistaja** tulisi saada sitoutumaan uuteen toimintatapaan, antamaan tälle tukensa ja osallistumaan muutosvaiheeseen. (Lecklin 2006, 195.)
- 3. Merkittävien muutosten tekeminen on suositeltavaa testata pilotin eli koeprojektin avulla.** Pilotille asetetaan tavoitteet, testataan kehitystyön keskeiset vaikutukset prosessiin ja arvioidaan lopputulos. (Lecklin 2006, 192-193.)
- 4. Anna palautetta.** Jos käyttöönotto sujuu hyvin, on syytä antaa tunnustus osallistujille. Jos käyttöönotossa sattuu virheitä, on niihin reagoitava. Palaute on erittäin tärkeää myös muissa kehitysvaiheissa. (Lecklin 2006, 195.)

Kuva 13. Valitun kehittämismallin viimeiseen vaiheeseen liittyviä parhaita käytäntöjä.

Viimeinen kehittämismallin vaihe (kuva 13) on prosessin parantaminen, jossa valitut kehittämiskäytännöt otetaan käyttöön. Tehtyjen muutosten tulee aina perustua tietoon ja tosiasioihin. Kuva 14 esittää hyvän työohjeen ominaisuudet ja arviointi kriteerit.



Kuva 14. Kirjallisuudesta poimittuja hyvän työohjeen ominaisuuksia. (Suomen Standardisoimisliitto SFS 2012; Highet 2008.)

Työohjeiden laatimisella tämän insinööriyön yhteydessä pyritään vakioimaan uudistettua prosessia. Työohjeet toimivat muistin tukena ja niistä on suuri hyöty uusille työntekijöille, jotka eivät tunne prosessin toimintatapoja. Suomen standardisoimisliiton mukaan työohjeen tulisi täyttää ainakin kuvassa 14 sille esitetyt vaatimukset.

3 Nykytilan kartoitus

Tässä luvussa kuvataan toimeksiantoyrityksen täryhiontaprosessin nykytila vuonna 2015. Luvussa kuvataan tämän prosessin toimivuus sekä analysoidaan sen vahvuuksia ja heikkouksia. Koska täryhiontaprosessin suorittamiseen vaikuttavat oleellisesti valmistuksessa sitä edeltävät työvaiheet ja käytetyt materiaalit, luvussa kuvataan toimeksiantoyrityksen koko tuotantoprosessi pääpiirteittäin tuotteen A osalta. Täryhionta työvaiheena vaikuttaa oleellisesti myös sitä seuraaviin työvaiheisiin tuotantoprosessissa, jotka ovat useimpien tuotteiden kohdalla pesu ja kuivaus. Tämän takia insinööriyössä tarkastellaan läheisesti myös näitä yllämainittuja tuotantoprosessin työvaiheita.

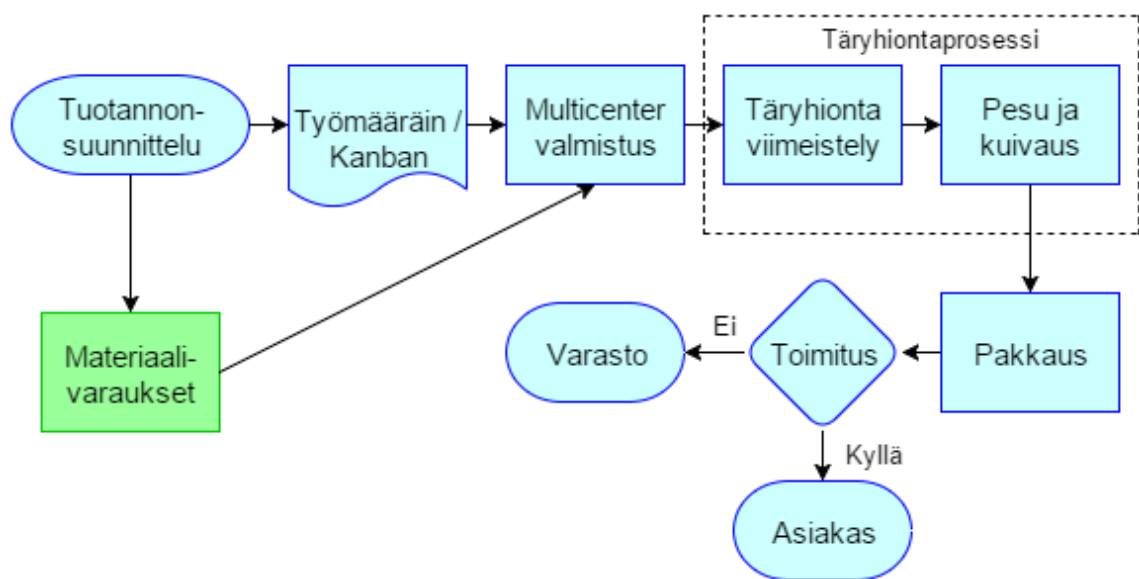
Puhuessani täryhiontaprosessista tarkoitan sillä yleisesti täryhiontaa työvaiheena ja siihen liittyviä menettelyjä, joita toimeksiantoyrityksessä yleensä ovat pesu ja kuivaus. Täryhiontaprosessi on tuotantoprosessin osaprosessi. Tämä luku vastaa aiemmin käsiteltyssä esitellyn prosessien kehittämismallin nykytilan kartoitusta ja sisältää samanlaisia toimenpiteitä.

Luvussa on valittu tarkasteltavaksi tarkemmin kolmen tuotteen täryhiontaprosessia. Tuotteen A ja B tuotantoprosessi on samanlainen ja tuotteet voidaan tämän perusteella todeta kuuluvan samaan tuoteryhmään. Tuote C edustaa omaa tuoteryhmäänsä. Karkeasti tuoteryhmät voidaan täryhiontaprosessia varten määritellä valmistusmateriaalin mukaan, joista ensimmäinen tuoteryhmä edustaa valmistusmateriaaliltaan messinkiä ja jälkimmäinen niin kutsuttua mustaa rautaa. Tuotteiden tarkastelusta saatuja tuloksia voi olla mahdollista yleistää ja soveltaa muihin saman tuoteryhmän tuotteisiin eli toisin sanoen tuloksia voi mahdollisesti soveltaa samasta materiaalista valmistettaviin tuotteisiin.

Tämä luku perustuu keskusteluihin henkilöstön, yrityksen toimihenkilöiden ja laitevalmistajan edustajan kanssa, kuin myös omiin kokemuksiini yrityksessä työskennellessäni, tietojärjestelmistä saataviin tietoihin ja toimeksiantoyrityksen sisäiseen dokumentaatioon.

3.1 Tuotantoprosessi ja työvaiheiden kuvaus

Täryhiottavat kappaleet valmistetaan pääsääntöisesti meistäällä tehtaan eri osastoilla. Seuraavaksi kuvaan tuotteen A tuotantoprosessin pääpiirteittäin, jotta saadaan yleiskuva täryhiontaprosessin sijoittumisesta tuotantoprosessissa. Tuotetta valmistetaan niin asiakasohjautuvasti kuin varasto-ohjautuvastikin. Kyseisen tuotteen valmistamiseen käytettävät materiaalit ovat messinki raina ja hopeanikkeli metalliseos, joita tilataan tarpeen mukaan. Tuote on pienikokoinen suursarjoja elektronikkateollisuuden tarpeisiin valmistettava osa, jonka menekki vuositasona on miljoonia kappaleita ja yhden toimituserän suuruus vaihtelee 50 000 ja 200 000 kappaleen välillä.



Kuva 15. Tuotteen A tuotantoprosessin pelkistetty prosessikaavio

Kun tuotannonsuunnittelu valmistettavan tuotteen osalta on toteutettu, tarvittavat materiaalit on hankittu ja ne ovat saapuneet, voidaan valmistus aloittaa työmääräimen tietojen perusteella. Työmääräin sisältää tiedot valmistettavasta tuotteesta, toimitusajankohdasta, asiakkaasta, käytettävistä materiaaleista ja koneista, työvaiheista ja niiden aloitus- sekä lopetusajankohdista. Ensimmäinen työvaihe tapahtuu Bihler Multicenter -koneella, jonka toiminta on pitkälle automatisoitu. Tämän työvaiheen tuotoksena käytettävät materiaalit yhdistetään kappaleeksi. Ensimmäinen työvaihe on tärkein työmääräimen neljästä työvaiheesta ja se tuottaa eniten lisäarvoa. Se myös kuluttaa eniten resursseja ja kestää useita päiviä.

Seuraava työvaihe on täryhionta eli rummutus. Rummutuksesta käytetään puhekielessä myös muita nimityksiä kuten kivihionta, jäysteenpoisto tai myllytys. Rummutuksessa edellisessä työvaiheessa kappaleisiin muodostuneet terävät särmät ja purseet poistetaan täryhiomakoneessa. Täryhionnan tarkoitus on viimeistellä kappale käyttötarkoitukseen sopivaksi. Kappaleen yhden valmistuserän rummutus vie aikaa muutamia tunteja. Rummutuksessa käytetään lisäaineena metalliosien pesuainetta, minkä takia kappaleet täytyy vielä pestä puhtaaksi pesuaine jäämistä täryhionnan jälkeen.

Kolmas työvaihe on pesu, ja se täytyy suorittaa heti täryhionnan jälkeen, jotta käytetty pesuaine ei ehdi kuivua kappaleiden pintoihin kiinni. Jos pesu myöhästyy, kappaleiden pinnalle muodostuu valkoisia pesuaine tahroja, jotka eivät puhdistu pesussa vaan kappaleet täytyy uudelleen rummuttaa. Pesu tapahtuu ultraäänipesulinjastolla, jossa kappaleet samalla myös kuivataan koneellisesti. Pestyt ja kuivat kappaleet toimitetaan pesulinjastolta viimeiseen työvaiheeseen lähettämöön, jossa kappaleet pakataan ja toimitetaan eteenpäin asiakkaalle tai varastohyllyyn.

3.1.1 Täryhionta

Täryhionnassa eli rummutuksessa saatetaan hiottavat kappaleet hankaamaan toisiaan ja niiden sekaan laitettuja hiomarakeita vasten. Hiomarakeet voivat olla esimerkiksi hioma-ainetta sisältävää muovia tai keraamisia rakeita. Täryhionnassa kappaleiden terävät särmät pyöristyvät ja purseet hioutuvat pois. Täryhiontaa voidaan toteuttaa niin kuivana tai kosteana, jolloin kappaleiden sekaan annostellaan vettä ja muita mahdollisia lisäaineita. (Ihalainen, Aaltonen, Aromäki & Sihvonen 2007, 95.)

Täryhionta sopii sekä pienille suurina sarjoina valmistettaville kappaleille kuin myös suurille kappaleille, joiden työstö käsin on hidasta, kallista tai muotojen vuoksi vaikeaa. Täryhionta ei muuta kappaleiden alkuperäistä muotoa, eikä se vaadi jatkuvaa valvontaa. Täryhionnalla voidaan kappaleille tuottaa myös haluttu pinnan laatu (esim. kiiltävyys aste), joka saadaan aikaiseksi hiomarakeiden hioma-aineen ja lisäaineiden kemikaalien yhteisvaikutuksesta. (A. Palojoki Oy 2015.)

Koneet

Täryhiomakoneen toiminta perustuu koneen sisällä olevaan epäkeskopainoilla varustettuun moottoriin, joka täristää koneen ”malja” osaa jousituksen varassa. Tärinä siirtyy koneesta hiomarakeisiin ja kappaleisiin, jotka hioutuvat toisiaan vasten.

Kuva 16. Suurempi täryhiomakone Kromas VM1000



Toimeksiantoyrityksen tehtaalla on käytössä kaksi erilaista täryhiomakonetta. Pienempi koneista on Rösler RM100 ja sen ”maljan” tilavuus on 100 litraa. Kone on vuosikymmeniä vanha, mutta toimii moitteettomasti. Suurempi ja uudempi koneista on Kromas VM1000 ja sen tilavuus on 1000 litraa. Molemmat koneet on varusteltu veden ja lisäaineen annostelijoilla, mutta suuremmassa koneessa ei lisäaineen annostelijaa (ns. kemikaalipumppu) ole käytetty, eikä se tällä hetkellä ole toimintavalmiudessa. Kooltaan pienemmät täryhiottavat kappaleet hiotaan luonnollisesti pienemmässä koneessa ja suuremmat kappaleet suuremmassa. Meconet Oy:llä täryhionnan pääasiallisena tarkoituksena on poistaa kappaleiden meistämisestä seurauksena syntyneet purseet ja terävät reunat.

Hiomarakeet

Täryhionnassa käytettäviä hiomarakeita on markkinoilla saatavilla paljon erikokoisia ja -muotoisia. Hiomarakeen koko ja muoto valitaan siten, että rae ulottuu niihin kappaleen pintoihin, jotka halutaan hioa. Rae ei myöskään saa olla sen kokoinen, että se jää kiinni kappaleessa mahdollisesti oleviin koloihin tai reikiin. Yleistäen voidaan sanoa, että pieni

hiomarae hioo tasaisemmin ja iso hiomarae voimakkaammin. Yleisimmin käytettyjä rakeita ovat keraamiset rakeet, hartsipohjaiset rakeet eli muovirakeet, urearakeet ja posliinirakeet. Yleisimmät rakeen muodot ovat kartio, suora- ja vino kolmio. (A.Palojoki Oy 2015.)

Toimeksiantoyrityksellä on käytössään pienemmässä täryhiomakoneessa yhdenlaisia hiomarakeita. Rakeet ovat muodoiltaan kolmiomaisia, ja kooltaan noin 18 millimetriä pitkiä, joka useiden kappaleiden kohdalla tarkoittaa, että kappale on kooltaan pienempi kuin hiomarae. Suuremmassa koneessa ei tällä hetkellä käytetä ollenkaan hiomarakeita. Molemmissa koneissa on erotteluseulat, joilla erotellaan valmiit kappaleet ja hiomarakeet toisistaan. Tällöin valmiiksi hiotut kappaleet ja hiomarakeet ohjataan erotteluseulaan, jonka seurauksena hiomarakeet tippuvat erotteluseulan läpi tai jäävät seulan päälle, ja kulkeutuvat takaisin koneeseen, kun taas valmiit kappaleet kulkeutuvat koneesta keräilyastioihin.

Lisäaineet

Hionnan lisäaineet pitävät työstettävät kappaleet ja hiomarakeet puhtaina. Lisäaineet estävät teräskappaleiden ruostumista, tehostavat hionta- ja kiillotusprosessia, ja antavat kemiallisen käsittelyn kappaleille sitä tarvittaessa. Lisäaineet ovat joko nestemäisiä tai tahnamaisia ja ne annostellaan koneeseen tietyssä suhteessa käytettävän veden määrään ja koneen kokoon nähden.

Toimeksiantoyrityksessä käytetään rummutuksen lisäaineena pienemmässä täryhiomakoneessa metalliosien pesuainetta, jotta kappaleet pysyisivät puhtaampina. Herkästi ruostuville kappaleille löytyy lisäaineena ruosteenestoainetta. Suuremmassa koneessa ei lisäaineita käytetä ollenkaan. Suuremmassa täryhiomakoneessa hiotaan kappaleita enemmän kuivana, mutta joidenkin kappaleiden yhteydessä käytetään vettä. Yleistäen voidaan sanoa, että pienemmässä koneessa käytetään vettä ja pesuainetta täryhionassa ja suuremmassa koneessa hiotaan kappaleet kuivina. Pienemmässä koneessa käytetään myös hiomarakeita, mutta suuremmassa koneessa ei.

3.1.2 Pesu ja kuivaus

Täryhionnan jälkeen kappaleet yleensä pestään ja kuivataan ultraäänipesussa pesulinjastolla. Jos pesua ei katsota tarpeelliseksi tai jos kappale on materiaailtaan helposti

ruostuvaa, sitä ei pestä, ja se kuivataan päästöuunissa. Päästöuuni kuivauksessa etuna on nopeus: kappaleita saadaan kuivattua kerralla merkittävästi enemmän kuin pesulinjastolla.

Pesulinjasto on täysin automatisoitu. Ultraäänipesussa puhdistettava kappale laitetaan pesunesteeseen, johon kone syöttää ultraäänitaajuista värähtelyä. Tämä synnyttää kavitatiokuplia, jotka irrottavat hankalimmatkin epäpuhtaudet kappaleen pinnalta (Finnsonic Oy 2015). Pesulinjastolla pesukori siirtyy usean eri pesualtaan kautta kuivaukseen. Yhden pesukorin virtaaminen pesulinjaston läpi kestää esimerkiksi messingin pesuohjelmalla noin 7 minuuttia. Vaikka yksittäisen pesukorin läpimenoaika linjastolla on suhteellisen lyhyt, valmistuu yhdestä täryhiontaerästä usein kymmenien pesukorien verran kappaleita, ja tästä johtuen pesulinjasto saattaa jopa ruuhkaantua.

Kun kappaleet ovat virranneet pesulinjaston läpi, ovat ne täysin puhtaita ja kuivia, mutta myös kuumia. Kappaleiden kuumuus johtuu kuivauksen lämpötilasta, joka usein on yli 100 °C (riippuu materiaalista). Pesun jälkeen kappaleiden annetaan jäähtyä hetki ennen kuin ne pakataan ja toimitetaan eteenpäin.

3.1.3 Tarkastelussa olevat tuotteet

Nykytilan kartoituksessa mitattiin tuotteen A, B ja C rummutukseen sekä pesuun ja kuivaukseen kuluvia työaikoja. Mitattavia työaikoja ovat prosessin eri vaiheissa tehtävät kappaleiden siirrot sekä toteutettavat työtehtävät. Koneajalla tarkoitetaan aikaa jolloin kone työstää kappaletta ilman, että työntekijän tarvitsee olla paikalla. Tällöin työntekijä voi tehdä muita osastolla olevia työtehtäviä. Työtehtävät, jotka vaativat työntekijää ovat taulukoissa punaisella merkitty. Mitattuja arvoja olivat myös täryhiontaprosessin kappalemäärät. Taulukoihin on merkitty prosessin kapasiteetti, joka tarkoittaa suurinta mahdollista yhdellä kertaa täryhiottavaa tuotteiden kappalemäärää.

Tuote A

Tuote A ja sen tuotantoprosessi kuvailtiin edellä kohdassa tuotantoprosessi ja työvaiheiden kuvaus. Tuote valittiin tarkasteluun edustamaan tavallisimpia toimeksiantoyrityksessä täryhiottavia tuotteita, sekä omaa tuoteryhmäänsä eli messingistä valmistettavia tuotteita. Taulukko 2 esittää tuotteen täryhiontaprosessiin kuluvia työaikoja.

Taulukko 2. Työvaiheisiin käytetyt ajat tuotteen A nykyisellä toimintatavalla.

Tuote	Tuote A	
Prosessin kapasiteetti (kpl)	60 000	
Työvaihe	Aika (min)	Työvaiheen osuus (%)
Tuotteiden hakeminen	5	4 %
Tuotteiden rumpuun laitto	2	1 %
Täryhionta	60	43 %
Tuotteiden siirto rummusta pesuun	10	7 %
Pesu ja kuivaus	60	43 %
Tuotteiden siirto pesusta lähettämöön	2	1 %
Henkilötyöaika	19	14 %
Koneaika	120	86 %
Valmistusaika yhteensä	139	100 %

Mittauksessa selvisi, että suurin osa käytetystä henkilötyöajasta kuluu kappaleiden siirtelyyn. Kappaleiden kerääminen rummusta ja siirtäminen pesuun oli suurin tuotteen henkilötyöaika kuluttava tekijä. Mitatun täryhiontaprosessin tehokkuus nykyisellä toimintatavalla on noin 25900 kappaletta per tunti ja sen tuottavuus on 189000 kappaletta per henkilötyötunti. Prosessin tehokkuus ja tuottavuus on laskettu alla olevien kaavojen mukaisesti.

$$tehokkuus = \frac{\text{suoritteet}}{\text{aika}} = \frac{\text{kpl}}{\text{tunti}} \quad (1)$$

$$tuottavuus = \frac{\text{tuotos}}{\text{panos}} = \frac{\text{suoritteet}}{\text{henkilötyöaika}} \quad (2)$$

Prosessin pullonkaulana voidaan pitää kappaleen pesua ja kuivausta, vaikka siihen käytetty aika on sama kuin rummutukseen käytetty aika. Pesulinjastolle nimittäin toimitetaan usein tuotteita myös muilta osastoilta ja tällöin pesulinjasto voi ruuhkaantua. Toisinaan myös pesulinjaston käyttöön vaaditut pesukorit voivat olla käytössä jollain muulla osastolla, joka aiheuttaa sen, että kappaleen täryhiontaa ei voida aloittaa, koska tuotteet tulisi laittaa suoraan pesukoreihin täryhionnan valmistuttua ja siitä välittömästi pesulinjastolle.

Tuote B

Tuotteen B tuotantoprosessi on samanlainen kuin tuotteen A. Tuote B on fyysisiltä ominaisuuksiltaan tuotetta A suurempi kokoinen, mutta valmistuksessa käytettävät menetelmät ja materiaalit ovat samat. Valmistuseräkokoa vaihtelee 50 000 ja 200 000 kappaleen välillä ja tuotetta myydään vuositasolla miljoonia kappaleita. Tuote B valittiin tarkasteluun, koska sen kohdalla on tullut vastaan laatupoikkeamia, jotka saattavat johtua täryhiontaprosessista.

Taulukko 3. Työvaiheisiin käytetyt ajat tuotteen B nykyisellä toimintatavalla.

Tuote	Tuote A	
Prosessin kapasiteetti (kpl)	30 000	
Työvaihe	Aika (min)	Työvaiheen osuus (%)
Tuotteiden hakeminen	5	4 %
Tuotteiden rumpuun laitto	2	2 %
Täryhionta	60	50 %
Tuotteiden siirto rummusta pesuun	10	8 %
Pesu ja kuivaus	40	34 %
Tuotteiden siirto pesusta lähettämöön	2	2 %
Henkilötyöaika	19	16 %
Koneaika	100	84 %
Valmistusaika yhteensä	119	100 %

Mitatun prosessin tehokkuus nykyisellä toimintatavalla on noin 15100 kappaletta per tunti ja sen tuottavuus on 94700 kappaletta per henkilötyötunti. Taulukosta ilmenee, että prosessin pullonkaulat ovat täryhionta sekä pesu ja kuivaus.

Tuotteesta B on tullut toistuvia asiakaspalautuksia. Laatupoikkeaman syy ei ole selvillä, mutta yrityksessä tiedetään, miten ja missä laatupoikkeama ilmenee asiakkaan käytössä. Laatupoikkeamaa ei ole havaittu vielä silloin kun tuote lähtee tehtaalta asiakkaalle. Poikkeama ilmenee vasta asiakkaan jatkojalostaessa tuotetta kokoonpanossa.

Tuote C

Tuote C on sarjatuotanto tuote, jonka tuotantoprosessi on monimutkaisempi kuin edellä esitettyjen tuotteiden ja siihen sisältyy enemmän käsityötä. Tuote C eroaa myös muilta ominaisuuksiltaan edellisestä tuotteesta. Tuotteen C tavallinen toimituserä on 500 - 1000

kappaletta. Tuote valmistetaan helposti ruostuvasta materiaalista, joka aiheuttaa erityistä huomiota ja lisätoimenpiteitä täryhiontaprosessissa. Yleisesti voidaan todeta tuotteen C olevan edellistä tuotetta haastavampi täryhiontaprosessin kannalta.

Tuotteen C työvaiheeseen kuuluvien työaikojen mittaaminen tapahtui alihankkija yrityksen toimitiloissa, jossa tuotteen täryhiontaprosessi tehdään alihankintana. Tuote kuitenkin valmistetaan muilta osin toimeksiantoyrityksen Rälssitien toimipisteessä. Täryhiontaprosessi on ulkoistettu, koska Rälssitien toimipisteessä ei soveltuvaa täryhiomakonetta ole. Toimeksiantoyritys aikoo tulevaisuudessa toteuttaa tuotteen täryhiontaprosessin oman yrityksen sisällä. Tämä seikka vaikutti oleellisesti myös tuotteen valintaan tarkasteltavaksi tässä insinöörityössäni.

Taulukko 4. Työvaiheisiin käytetyt ajat tuotteen C nykyisellä toimintatavalla.

Tuote	Tuote C	
Prosessin kapasiteetti (kpl)	50	
Työvaihe	Aika (min)	Työvaiheen osuus (%)
Tuotteiden hakeminen	2	4 %
Tuotteiden rumpuun laitto	4	8 %
Täryhionta	30	58 %
Tuotteiden siirto rummusta kuivaukseen	3	6 %
Kuivaus	5	10 %
Öljyminen	5	10 %
Tuotteiden pakkaus ja siirto lähettämöön	3	6 %
Henkilötyöaika	22	42 %
Koneaika	30	58 %
Valmistusaika yhteensä	52	100 %

Mittauksissa selvisi, että suurin osa henkilötyöajasta kuluu tuotteen kuivaamiseen ja öljymiseen täryhionnan jälkeen. Öljyämisen merkitys tuotteen täryhiontaprosessissa on ruostumisen ehkäisy. Prosessin tehokkuus on nykyisellä toimintatavalla 58 kpl per tunti, ja sen tuottavuus on 136 kpl per henkilötyötunti.

Tarkkailussa havaittiin, että tuote soveltuu ominaisuuksiensa puolesta hiottavaksi toimeksiantoyrityksen Honkanummentien tehtaalle, mutta nykyisellä toimintatavalla on tuotteen täryhiontaprosessissa paljon parantamisen varaa. Nykyisellä toimintatavalla prosessin tehokkuus on heikko, joka johtuu matalasta kapasiteetista. Prosessin matala

kapasiteetti johtuu alihankkijan käyttämästä, tilavuudeltaan pienestä (n. 200 litraa) täryhiontakoneesta. Tuotteen C täryhiontaprosessi saattaa myös sisältää turhia työvaiheita, jotka voidaan mahdollisesti poistaa tekemällä työ täsmällisemmin käyttämällä hyväksi toimeksiantoyrityksen konekantaan.

3.2 Prosessin arviointi

Prosessin arviointia varten kokosin yhteen prosessikuvauksen, josta löytyvät kaikki oleelliset tiedot Meconet Oy:n täryhiontaprosessista. Prosessikuvaus sisältää muun muassa prosessikaavion ja prosessin perustiedot. Prosessin arvioinnissa on otettu huomioon henkilöstön, toimihenkilöiden ja laitevalmistajan edustajan kokemuksia ja ajatuksia yrityksen täryhiontaprosessia koskien. Laitevalmistajan edustajalla tarkoitan täryhiomalaitteita kauppaavan yrityksen edustajaa, joka teki konsultointi käynnin toimeksiantoyrityksen tehtaalle asiaan liittyen.

3.2.1 Vahvuudet

Meconet Oy:llä on käytössä kaksi täysin toimivaa ja työhön soveltuvaa täryhiomakonetta, minkä lisäksi sillä on automatisoitu ultraäänipesulinjasto, jossa tuotteiden pesu ja kuivaus onnistuu helposti. Jos tuotteita ei tarvitse täryhionnan jälkeen pestä, kuivaaminen voidaan tehdä päästöuunissa, jossa voidaan tehdä tuotteille myös lämpökäsittely tarvittaessa. Mielestäni koneet ja laitteet ovat työhön sopivia eikä niitä ole tällä hetkellä tarvetta uusida.

Henkilöstö tietää ja tuntee työvaiheiden toimintatavat ja osaa käyttää työssä tarvittavia koneita. Toiminta pyritään toteuttamaan mahdollisimman laadukkaasti ja turvallisesti. Pääsääntöisesti täryhiontaprosessin tuotoksena syntyneet viimeistellyt tuotteet ovat laadukkaita ja täyttävät asiakkaan niille asettamat vaatimukset. Tuotokset ovat yleisesti tasalaatuisia ja virheettömiä. Työpisteet ovat siistejä ja kaikilla tuotanto-osastoilla on käytössä 5S-menettely.

Ekologisuus on huomioita täryhionnassa esimerkiksi kiinnittämällä huomiota viemäriin laskettavan poistoveden laatuun. Meconet Oy:llä on poistovedelle rakennettu pieni allas,

johon hionnasta syntyvä liete kerääntyy, eikä näin ollen joudu viemäriin. Myös työturvallisuuteen on kiinnitetty huomiota. Esimerkiksi työturvallisuusohjeita on kiinnitetty näkyville paikoille muistuttamaan koneiden käyttäjiä tarvittavista suojavarusteista.

3.2.2 Kehityskohteet

Toimeksiantoyrityksellä ei ole minkäänlaista dokumentaatiota tai työohjeistusta siitä, miten täryhionta tulisi suorittaa. Käsitykseni mukaan työn suorittaminen pohjautuu lähes täysin hiljaiseen tietoon. Haastatellessani henkilöstöä kävi ilmi, että työtavat eivät ole täysin vakiintuneita ja työntekijät saattavat suorittaa täryhiontaa eri tavoilla. Saman tuotteen täryhiontaan käytetty koneaika voi vaihdella työntekijän käsityksen mukaan, koska täysin yhtenäistä käsitystä täryhiontaan käytettävästä koneajasta ei ole. Työn standardoinnissa on siis parantamisen varaa.

Yrityksessä ei käsitykseni mukaan ole täyttä varmuutta siitä, milloin ja miksi joku tuote täytyy pestä täryhionnan jälkeen. Tämän vuoksi prosessissa on selvä yliprosessoinnin riski. Yliprosessointi ei lisää tuotteen lisäarvoa asiakkaan näkökulmasta, mutta aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia yritykselle. Täryhiontaan ei käsitykseni mukaan ole myöskään nimetty henkilöä tai henkilöitä, jotka viime kädessä vastaavat prosessin toimivuudesta ja kehittämisestä. Yleisesti voidaan todeta, että prosessia koskeva tietotaito on jakautunut epätasaisesti yrityksen eri osastoille. Tämän vuoksi täryhiontaa koskevaa tietotaitoa voi olla vaikeaa hyödyntää sitä tarvittaessa, esimerkiksi uusien tuotteiden kohdalla.

Toimeksiantoyrityksellä hiomarakeita on vain yhdenlaisia per kone, joka saattaa heijastua prosessin tehokkuuteen pidentämällä kappaleen työstöaikaa tai vaikuttamalla negatiivisesti rummutuksen eräkokoon, jos hiomarakeet eivät ole kappaleelle soveltuvia. Myös hiomarakeiden käytön tarpeellisuus erittäin pienikokoisten kappaleiden kohdalla kyseenalaistettiin laitevalmistajan edustajan toimesta. Tällä hetkellä pienikokoisten kappaleiden kanssa käytetään aina hiomarakeita. Myös muita täryhiontaprosessin ominaisuuksia, kuten käytettävän lisäaineen määrä ja aineen sopivuus kappaleille sekä täryhionta-aika tulee kyseenalaistaa, koska selkeitä perusteluja valituille valmistusparametreille ei tarjottu.

3.3 Yhteenveto nykytilasta

Täryhiontaprosessi tämän hetkiselällä toimintatavalla tuottaa pääsääntöisesti hyvälaatuisia tuotteita, mutta työmenetelmät ovat osittain standardoimattomia ja ehkä myös epäloogisia. Nykytilan kartoituksessa löytyi useita kehityskohteita, joihin pyrin tässä opinnäytetyössä vastaamaan. Taulukossa 5 on esitetty prosessin vahvuudet ja kehityskohteet tiivistettynä.

Taulukko 5. Yhteenveto täryhiontaprosessin vahvuuksista ja kehityskohteista.

Vahvuudet	Kehityskohteet
Koneet & laitteet Kokemus & tietotaito Pääsääntöisesti laadukkaat tuotokset Siisteys & 5S -menetelmä Turvallisuus Ekologisuus	<u>Yleisellä tasolla:</u> Prosessin tehokkuus Yliprosessoinnin poistaminen Prosessinomistaja ei ole selvillä Työn standardoimattomuus Tietotaito hajallaan ja ei dokumentoitu <u>Tuote tasolla:</u> Tuotteen B laatupoikkeamat Tuotteen C täryhiontaprosessin kotiuttaminen

Tässä insinööriyössä keskityn kaikkiin yllä mainittuihin kehityskohteisiin, paitsi epäselvyyteen prosessinomistajasta. Tämä kohta jätetään insinööriyön tarkastelun ulkopuolelle, koska insinööriyössä ei pyritä ottamaan kantaa yrityksen organisaatio rakentamiseen, vaan keskitytään prosessin toimivuuteen. Kriittisin kehitys kohde toimeksiantoyrityksen mielestä on tuotteen B laatupoikkeamat, koska ne aiheuttavat selkeitä lisäkustannuksia yritykselle ja asiakastytymättömyyttä.

4 Täryhiontaprosessin parantaminen

Tässä luvussa kerrotaan, miten Meconet Oy:n täryhiontaprosessia kehitettiin. Luvussa vastataan aiemmassa luvussa havaittuihin prosessissa oleviin kehityskohteisiin tekemällä muutoksia prosessin nykyisiin toimintatapoihin. Tämä luku kuvaa teoriapohjassa esitetyn prosessien kehittämismallin vaiheita prosessianalyysi ja prosessin parantaminen.

Tämä luku pohjautuu keskusteluihin täryhiontaprosessiin liittyvien tahojen kanssa, oma-kohtaiseen ratkaisuvaihtoehtojen testaukseen ja prosessin nykytilan kartoituksessa kerättyihin tietoihin. Keskusteluihin osallistui henkilöitä, jotka ovat läheisesti tekemisissä täryhiontaprosessin kanssa sekä omaavat vankan tietämyksen siihen liittyvistä asioista.

Keskusteluissa tuli ilmi useita ratkaisuvaihtoehtoja, joita testattiin käytännössä ja vertailtiin toisiinsa niin yleisellä tasolla kuin myös tuotetasolla. Yleisellä tasolla vertailtiin prosessia muokkaamalla saatuja mittausarvoja toisiinsa ja alkuperäiseen prosessiin eli lähtötasoon nähden. Tuotetasolla vertailtiin prosessiparametrien vaikutusta lopputuotteiden laatuun, läpimenoaikoihin ja eräkokoihin testaamalla prosessia eri parametrien arvoilla. Testauksen tuloksena saatiin lopulliset parhaimmat ratkaisut täryhiontaprosessiin, jotka käyttöön otettiin toimeksiantoyrityksessä tarkastelussa olevien tuotteiden osalta.

Uudistettujen toimintatapojen käyttöönoton ja tiedotuksen tueksi laadittiin työohjeet, joista kerrotaan lisää seuraavassa luvussa. Uusien toimintatapojen koulutusta ei koettu tarpeelliseksi, koska henkilöstöä oli ollut mukana testauksessa, ja uudistetun prosessin toimintatavat olivat tulleet tutuksi sitä kautta.

4.1 Prosessin kehittäminen yleisellä tasolla

Prosessin kehittäminen yleisellä tasolla tarkoittaa prosessin yleisten toimintatapojen parantamista, jotka eivät ole sidoksissa mihinkään tiettyyn tuotteeseen, vaan toimintatavat ovat yleistettävissä eri tuoteryhmille. Kuitenkin insinööriyössä keskityttiin tarkastelemaan prosessia lähinnä edellä mainittujen kolmen tuotteen näkökulmasta, joten saatuja tuloksia ei välttämättä ole mahdollista yleistää kaikkiin muihin tuoteryhmiin.

Yliprosessoinnin poistaminen

Edellisessä luvussa mainittua tuotteiden yliprosessoinnin tai ylikäsittelyn riskiä täryhiontaprosessissa lähestyttiin asiakasarvon ja -vaatimusten näkökulmasta. Tuotteen mahdollisia yliprosessoinnin kohteita olivat tässä tapauksessa edellä määritelty täryhiontaan käytetty koneaika ja se, tarvitseeko tuotetta täryhionnan jälkeen pestä vai ei.

Täryhionnan koneaikaan vaikuttaa yleisesti kolme tekijää: tuotteen fyysiset ominaisuudet, lopputuloksen haluttu laatu ja valmistuksessa käytetyt menetelmät, työkalut ja niiden

kunto. Näistä kaksi ensimmäistä tekijää ovat asiakkaan määrittelemiä vakiintuneita tekijöitä, jotka pysyvät samoina tuotteelle tilauskerrasta toiseen. Tuotteiden valmistusmenetelmät eli täryhiontaprosessia edeltävät työvaiheet ovat myös vakiintuneita toimeksiantoyrityksessä. Kuitenkin valmistuksessa käytettyjen työkalujen kunto vaihtelee, joka vaikuttaa täryhionnan koneaikaan. Esimerkiksi jos valmistuksessa käytettävät leikkuuterät tylsyvät, syntyy tuotteisiin enemmän pursetta, ja niiden täryhionnan koneaikaa voidaan joutua pidentämään, jotta päästään asiakkaan vaatimaan laatuun.

Täryhionnan jälkeiseen pesuun vaikuttaa tuotteen likaisuus täryhionnan jälkeen ja asiakkaan vaatimukset. Täysin ymmärrettävää on, että asiakkaat haluavat tuotteet toimitettuina puhtaina ja kuivina. Tuotteen puhtaus on kuitenkin subjektiivinen käsite, joka voi olla hankala määritellä, jos tuotteelle ei ole määritelty konkreettisia puhtausvaatimuksia. Toiminnan tehokkuuden ja tuottavuuden kannalta tuotteen pesemisen pois jättäminen on mieluisa mahdollisuus, mikäli asiakkaan laatuvaatimukset sen sallivat.

Edellä mainittuihin mahdollisiin yliprosessoinnin ongelmiin etsittiin vastausta testaamalla. Testasimme tuotteita eri koneajoilla, ilman pesua ja pesun kanssa. Testauksesta saatujen tulosten perusteella täryhionnan koneajat vakiinnutettiin tarkastelussa olevien tuotteiden osalta. Eri tuotteille etsittiin sopivat koneajat niin, että ne täyttävät laatuvaatimukset, mutta eivät ole käsiteltävänä yhtään tarvittavaa aikaa pidempään. Joidenkin tuotteiden kohdalla määrättiin 15 minuutin liukuma-aika, joka sallii pitemmän koneajan, jos esimerkiksi valmistuksessa käytettävät terät ovat olleet tavallista tylsempiä.

Testauksessa selvisi myös, että kaikki tällä hetkellä pestävät tuotteet eivät pesua tosiasiassa tarvitse. Useat tuotteet ovat tarpeeksi puhtaita täryhionnan jälkeen, jotta ne voidaan suoraan kuivata uunissa. Tämän totesimme testaamalla tuotteita toimeksiantoyrityksen kokoonpano-osastolla samanlaisissa olosuhteissa kuin mitä asiakkaallakin on. Yliprosessoinnin selvityksen seurauksena tuotteiden A ja B peseminen voitiin jättää pois, mikä lyhensi läpimenoaikoja ja lisäsi prosessien tehokkuutta huomattavasti.

Työn standardointi ja tietotaidon dokumentointi

Edellisessä kappaleessa todettiin, että täryhiontaprosessissa suoritettavat tehtävät eivät välttämättä ole standardoituja tai niistä ei ainakaan ole toimeksiantoyrityksellä minkäänlaista dokumentaatiota. Toyotan toimintaperiaatteiden mukaan standardointi on edellytys toiminnan jatkuvalla parantamiselle ja työntekijöiden osallistamiselle. Standardointia

tehdessä on löydettävä tasapaino sen välille, että annetaan työntekijöille täsmällisiä toimintaohjeita noudatettavaksi, mutta samalla annetaan vapaus olla innovatiivinen ja luova, jotta saavutettaisiin johdonmukaisesti kustannusten, laadun ja toimitusajan haasteet (Liker 2010, 148).

Kehitystoimintaan ja testaukseen parhaimpien toimintatapojen löytämiseksi otettiin mukaan toimeksiantoyrityksen henkilöstöä, jotka työskentelevät valittujen tuotteiden ja täryhiontaprosessin parissa. Kun parhaimmat toimintatavat olivat löytyneet, ne kirjattiin ylös ja niistä tehtiin työohjeet. Työohjeilla pyritään varmistamaan standardoidut työtehtävät, joita kaikki henkilöt suorittavat samalla tavalla. Tällöin myös tarkastelussa olleiden tuotteiden täryhiontaan tarvittava tietotaito on mahdollista löytää yhdestä paikasta, eikä tieto ole ainoastaan hiljaisen tiedon muodossa. Hiljainen tieto voi olla ongelmallista esimerkiksi työntekijöiden poissaolotapauksissa.

Työohjeissa työtehtävät on kuvattu niin täsmällisesti, että toimintatavat ja lopputulos ovat tekijästä riippumatta joka kerta sama. Ohjeita ei ole kuitenkaan haluttu viedä liian yksityiskohtaiselle tasolle, jotta niissä on myös varaa joustoihin ja ”työntekijän omaan ajatteluun”. Työn standardoinnilla ei pyritty löytämään absoluuttista parasta ratkaisua, vaan työtapoja on tarkoitus muokata, kun parempia toimintatapoja löytyy. Tarkoituksena on, että henkilöstö pystyy itse vaikuttamaan ja kehittämään standardeja.

Prosessin tehokkuus

Prosessin tehokkuuteen pyrittiin vaikuttamaan edellä olevien toimenpiteiden avulla poistamalla prosessista kaikki turha ja lisäämällä yleistä tietoisuutta prosessia kohtaan. Yleisellä tasolla tehtyjä parannuksia ei mitattu, mutta yleisen tason parannukset näkyvät tuotekohtaisella tasolla. Seuraavassa luvussa kerrotaan miten prosessin parannukset tehtiin tuotetasolla ja miten ne vaikuttavat prosessin suorituskyykyyn, tehokkuuteen ja tuotavuuteen.

4.2 Prosessin kehittäminen tuotekohtaisella tasolla

Oikeilla prosessiparametrien valinnalla, kuten oikeanlaisten hiomarakeiden ja lisäaineiden valinnalla voidaan prosessin tehokkuuteen ja lopputuotteen laatuun vaikuttaa huomattavasti. Edellä todettiin myös, että tuotteen pesun pois jättäminen lyhentää tuotteen

läpimenoaikaa huomattavasti. Tuotekohtaiset prosessin parannukset on todettu toimiviksi huolellisella testaamisella toimeksiantoyrityksessä.

Tuote A

Tuotteen A kohdalla prosessin suorituskykyä onnistuttiin parantamaan reilusti. Täryhiontaprosessin läpimenoaikaa lyhennettiin ja samalla kapasiteettia kasvatettiin, jonka seurauksena prosessin tehokkuus ja tuottavuus kasvoivat.

Laitevalmistajan edustajan ehdotus olla käyttämättä hiomarakeita täryhionnassa erittäin pienten kappaleiden kanssa osoittautui testeissä toimivaksi parannukseksi, jonka seurauksena tuotteen A täryhionnan kapasiteetti kasvoi 60 000 kappaleesta 100 000 kappaleeseen. Kun täryhiomakoneessa ei käytetä ollenkaan hiomarakeita, jää tilaa useammalle kappaleelle. Mikäli tämän tyypistä prosessin kehittämistä halutaan suorittaa myös muille tuotteille, on muistettava, että kyseinen parannus on mahdollista toteuttaa vain tietyn kokoisten ja muotoisten tuotteiden kohdalla.

Tuotteen A testitulokset osoittivat, että tuotteen peseminen ei lisää tuotteen arvoa asiakkaan näkökulmasta. Tämän seurauksena prosessin läpimenoaika lyheni, koska täryhiontaprosessin pullonkaula eli pesu saatiin jätettyä pois kyseisen tuotteen täryhiontaprosessista. Prosessin läpimenoaika lyheni tämän seurauksena kokonaisuudessaan 20 minuuttia, vaikka prosessin muihin työvaiheisiin kului uudella toimintatavalla enemmän aikaa kuin ennen.

Tuotteen A täryhiontaprosessin testaaminen toteutettiin valmistamalla ensin tuotetta käytössä olleilla prosessiparametreilla, jonka jälkeen parametreja muokattiin. Eri prosessiparametreilla saatuja tuotoksia vertailtiin toisiinsa ja lähtötilanteeseen prosessin ja lopputuotteen laadun perusteella. Vertailussa jatkoon selvisi kaksi tuotetta, joiden toiminnalliset ominaisuudet testattiin toimeksiantoyrityksen kokoonpano-osastolla laittamalla tuotteet tärymaljaan tietyksi ajaksi. Tällöin tuotetta testataan ikään kuin asiakkaan olosuhteissa ja tuloksista voidaan päätellä, hyväksyykö asiakas tuotteen vai ei. Tuotteiden kohdalla testissä ei ilmennyt mitään poikkeavaa, joten tuotteet todettiin käyttökelpoisiksi.

Testituotteista valittiin valmistuskustannuksilta alhaisempi ja läpimenoajalta nopeampi tuote, jonka valmistamiseen käytetyt ajat näkyvät alla olevassa taulukossa. Tuotteen valmistusmenetelmät vakiinnutettiin osaksi toimeksiantoyrityksen täryhiontaprosessia ja uudistetuista toimintatavoista tehtiin työohjeet.

Taulukko 6. Työvaiheisiin käytetyt ajat tuotteen A parannellulla toimintatavalla.

Tuote	Tuote A	
Prosessin kapasiteetti (kpl)	100 000	
Työvaihe	Aika (min)	Työvaiheen osuus (%)
Tuotteiden hakeminen	5	4 %
Tuotteiden rumpuun laitto	7	6 %
Täryhionta	75	63 %
Tuotteiden siirto rummusta pesuun	10	8 %
Kuivaus	20	17 %
Tuotteiden siirto pesusta lähettämöön	2	2 %
Henkilötyöaika	24	14 %
Koneaika	95	86 %
Valmistusaika yhteensä	119	100 %

Tuotteen A täryhiontaprosessin tehokkuus uudella toimintatavalla on 50 400 kpl per tunti (vrt. ennen 25 900 kpl/h), mikä tarkoittaa lähes 100 prosentin kasvua prosessin tehokkuudessa verrattuna vanhaan toimintatapaan. Prosessin tuottavuus uudella toimintatavalla on 250 000 kappaletta per henkilötyötunti, joka merkitsee noin 32 prosentin kasvua prosessin tuottavuudessa.

Vuositasolla tämän kaltaista prosessin parannusta voidaan pitää jossain määrin merkittävänä. Se laskee tuotteen täryhionnan kustannuksia ja vapauttaa resursseja muuhun käyttöön. Vuonna 2015 tuotteen A täryhiontaprosessiin käytettiin teoriassa aikaa yhteensä noin 120 tuntia. Vastaava aika uudistetulla toimintatavalla olisi ollut 61,5 tuntia. Tuotteen A kohdalla prosessin parannus voidaan todeta onnistuneeksi.

Tuote B

Tuotteen B laatupoikkeamat olivat yksi kriittisimmistä prosessin parannuskohteista. Laatu-poikkeaman syytä etsittiin aluksi syy-seurausanalyysin avulla. Mahdollisia syitä laatu-poikkeamaan oli muutama täryhiontaprosessiin liittyvä, kuten vääränlaiset lisäaineet tai liian korkea kuivaus lämpötila. Tämän lisäksi selvisi, että valmistuksessa käytettävää

materiaalia tilataan saatavuuden mukaan kahdelta eri toimittajalta. Asiakaspalautuksina tulleiden tuotteiden materiaalin jäljitys ei kuitenkaan onnistunut, koska valmistus vaiheessa käytettyjä materiaaleja ei ole merkattu. Heräsi epäily, että tuotteiden laatupoikkeamat voivat olla myös vaihtelua tuotteen valmistusmateriaalissa. Tämän syyn tarkastelua ei kuitenkaan jatkettu sen pidemmälle, vaan keskityttiin täryhiontaprosessin optimointiin laadun parantamiseksi.

Testausta varten tuotteita valmistettiin täryhiontaprosessin eri valmistusparametreilla, jonka jälkeen siirryttiin testaamaan tuotteita ns. asiakkaan olosuhteisiin toimeksiantoyrityksen kokoonpano-osastolle. Saatuja tuloksia vertailtiin keskenään ja kolme testauksessa parhaimmaksi todettua testierää lähetettiin vielä eteenpäin asiakkaalle testattavaksi. Asiakas hyväksyi kaikki kolme testierää käyttökelpoisiksi, jonka jälkeen valitsimme käytettävät prosessiparametrit hyväksytyjen testitulosten mukaan.

Testauksesta saatujen tulosten perusteella onnistuimme kehittämään prosessia tehokkaammaksi ja saamaan hyväksytyin laadun tuotteeseen asiakkaan näkökulmasta. Kuitenkaan laatupoikkeaman varsinaista juurisyytä ei kyetty selvittämään. Mikäli laatuhäiriöitä vielä tulevaisuudessa ilmenee kyseisen tuotteen kohdalla, on raaka-aineiden toimittajia ja raaka-aineiden laatua tutkittava tarkemmin, jotta saadaan selvyys siitä, onko käytetyssä materiaalissa laatuvariaatioita ja voivatko ne aiheuttaa kyseisiä laatupoikkeamia.

Insinööriyön aikataulutuksesta johtuen tuotteen B työvaiheisiin kuluvia aikoja uudistetuilla toimintatavoilla ei mitattu, mutta silti voidaan kiistatta todeta täryhiontaprosessin suorituskyvyn kasvaneen. Tuotteen B täryhiontaprosessin parannukset sisälsivät samankaltaisia parannuksia kuin tuotteen A: tuotteen pesu jätettiin pois ja kuivaus toteutettiin päästöuunissa sekä hiomarakeita ei enää täryhionnassa käytetty. Näiden toimenpiteiden johdosta täryhiontaprosessin kapasiteetti kasvoi ja läpimenoaika lyheni, joka tarkoittaa prosessin tehokkuuden kasvua. Tuotteen B työvaiheet ovat uudistuksen jälkeen samat kuin edellä esitetyt tuotteen A uudistetut työvaiheet.

Tuotteen B täryhiontaprosessin parannus voidaan todeta onnistuneeksi. Parannuksella pystyttiin vastaamaan yhteen merkittävimmistä prosessin parannuskohteista eli ehkäisemään laatupoikkeamia. Samalla prosessin suorituskykyä pystyttiin parantamaan tehokkaammaksi lyhentämällä läpimenoaikaa ja kasvattamalla kapasiteettia. Lopputuotok-

sena tuotteen B täryhiontaprosessiin laadittiin kahdenlaiset työohjeet: toiset ohjeistamaan tuotteen täryhiontaprosessia normaalitilanteissa sekä toiset, jos tuotteessa ilmenee laatupoikkeamia.

Tuote C

Tuotteen C täryhiontaprosessi oli edellisiin tuotteisiin nähden erilainen, koska sitä ei toteutettu toimeksiantoyrityksessä sen nykytilaa kartoittaessa. Tuotteen C kohdalla tähän insinööriyöhön kuului prosessin kehittäminen ja sen kotiuttaminen toimeksiantoyritykseen. Kun prosessin nykytila oli kartoitettu benchmarking-kohteessa, tehtiin päätös prosessin kotiuttamisesta yrityksen toimihenkilöiden kanssa.

Nykytilan kartoituksessa kerättyjen tietojen pohjalta aloitettiin rakentamaan prosessia yritykseen. Aluksi oli hankittava uusia hiomarakeita, koska tuotteen C täryhiontaan soveltuvia rakeita ei yrityksessä ollut. Tämän jälkeen aloitimme testauksen, jossa oikeita valmistusparametreja ja kuivaustekniikoita etsittiin käyttäen yrityksen pienempää täryhiomakonetta.

Benchmarking-kohteessa täryhiontaprosessin työvaiheena oli tuotteen öljyminen ruostumisen ehkäisemiseksi täryhionnan jälkeen. Tästä työvaiheesta halusimme päästä eroon, koska työvaihe ei lisää tuotteen lisäarvoa vaan pikemminkin päinvastoin. Testauksen avulla onnistuimme löytämään oikeanlaiset prosessiparametrit niin, että tuote ei ruostu, ja näyttää kuivauksen jälkeenkin hyvältä ilman öljyämistä. Testauksessa määriteltiin prosessin kapasiteetti, työvaiheisiin käytettävät ajat, hiomarakeet, käytettävät lisäaineet ja kuivaustekniikka. Koska tuote C on valmistettu ns. mustasta raudasta, ei sitä ruostumisen takia pestä rummutuksen jälkeen. Parhaimmaksi kuivaustavaksi todettiin päästöuunikuivaus, koska se on nopea ja helppo tapa toteuttaa kuivaus.

Kun testaus oli saatu päätökseen ja prosessi määriteltyä, tuotetta alettiin täryhiomaan toimeksiantoyrityksessä pienemmällä täryhiomakalustolla. Ensimmäinen täryhiottavaksi saatu erä oli kooltaan noin tuhat kappaletta ja sen valmistukseen meni yhteensä aikaa noin 15 tuntia. Prosessin tuotosten laatu todettiin hyväksi, mutta prosessin tehokkuus heikoksi läpimenoajan ollessa suhteellisen pitkä. Näin ollen yrityksen suurempi täryhiomakone laitettiin toimintavalmiuteen tuotetta C varten ja lisää hiomarakeita tilattiin, jotta seuraava toimituserä olisi mahdollista toteuttaa suuremmalla kalustolla ja kapasiteetilla.

Suuremmalla täryhiomakoneella toteutettua prosessin työvaiheisiin kuluvia aikoja mitattiin, jotta saatiin selvyys prosessin tilasta verrattuna lähtötilanteeseen. Taulukossa 7 esitetään työvaiheisiin käytettyjä aikoja tuotteen C parannellulla toimintatavalla.

Taulukko 7. Työvaiheisiin käytetyt ajat tuotteen C parannellulla toimintatavalla.

Tuote	Tuote A	
Prosessin kapasiteetti (kpl)	240	
Työvaihe	Aika (min)	Työvaiheen osuus (%)
Tuotteiden hakeminen	2	1 %
Tuotteiden ja hiomarakeiden rumpuun laitto	15	10 %
Täryhionta	40	25 %
Tuotteiden siirto rummusta pesuun	30	19 %
Kuivaus kolmessa osassa (3 x 5min)	15	10 %
Tuotteiden pakkaus ja siirto lähettämöön	15	10 %
Hiomarakeiden poisto rummusta	40	25 %
Henkilötyöaika	102	65 %
Koneaika	55	35 %
Valmistusaika yhteensä	157	100 %

Tuotteen B täryhiontaprosessin tehokkuus uudella toimintatavalla on 91 kpl per tunti (vrt. ennen 58 kpl/h), mikä tarkoittaa lähes 60 prosentin kasvua prosessin tehokkuudessa verrattuna vanhaan toimintatapaan. Prosessin tuottavuus uudella toimintatavalla on 141 kappaletta per henkilötyötunti, mikä merkitsee noin 4 prosentin kasvua prosessin tuottavuudessa.

Tuotteen C prosessin suorituskyykyyn tehtyjä parannuksia voidaan pitää onnistuneena mittaustuloksiin perustuen. Myös tuotteen kotiuttaminen onnistui moitteettomasti ja prosessin käyttöönoton tueksi laadittiin työohjeet. Jatkotoimenpiteinä tuotteen C täryhiontaprosessin kehittämisen osalta voidaan mainita työergonomian parantaminen tuotteiden rumpuun laitton ja poisottamisen osalta.

4.3 Yhteenveto prosessin parantamisesta

Täryhiontaprosessin testaus- ja mittaustulokset tarkastelussa olevilla kolmella tuotteella osoittivat, että täryhiontaprosessia oli pystytty kehittämään onnistuneesti. Tuotteen A ja

B kohdalla prosessin läpimenoaikoja oli pystytty lyhentämään ja kaikkien kolmen tuotteen kohdalla prosessin kapasiteettia kasvattamaan, mikä johti prosessin tehokkuuden ja tuottavuuden kasvuun. Tämän lisäksi lopputuotteiden laatu säilyi hyvänä, ja laatupoikkeamat kyettiin poistamaan. Tuotteessa B havaittujen laatupoikkeamien juurisyytä ei tarkastelussa tai testauksessa pystytty kuitenkaan todentamaan, jonka takia jatkotoimenpiteitä suositellaan, mikäli laatupoikkeamia vielä tulevaisuudessa ilmenee. Kokonaisuudessaan prosessin parantaminen todettiin toimeksiantoyrityksessä onnistuneeksi.

Kehityskohteet	Tehdyt parannukset
<p><u>Yleisellä tasolla:</u></p> <p>Prosessin tehokkuus</p> <p>Yliprosessoinnin poistaminen</p> <p>Prosessinomistaja ei ole selvillä</p> <p>Työn standardoimattomuus</p> <p>Tietotaito hajallaan ja ei dokumentoitu</p> <p><u>Tuotekohtaisella tasolla:</u></p> <p>Tuotteen B laatupoikkeamat</p> <p>Tuotteen C täryhiontaprosessin kotiuttaminen</p>	<p>Tuote A</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lisääarvoa tuottamattomien toimintojen eli hukkien poisto • Läpimenoaikojen lyhentäminen • Kapasiteetin kasvattaminen • Prosessin tehokkuuden kasvu 95% • Prosessin tuottavuuden kasvu 32% <p>Tuote B</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laatupoikkeamien ehkäisy tekemällä muutoksia prosessiin • Läpimenoaikojen lyhentäminen • Kapasiteetin kasvattaminen • Prosessin tehokkuuden ja tuottavuuden kasvu <p>Tuote C</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prosessin kotiuttaminen ja tehostaminen • Lisääarvoa tuottamattomien toimintojen poistaminen • Kapasiteetin kasvattaminen • Prosessin tehokkuuden kasvu 59% • Tuottavuuden kasvu 4%

Kuva 17. Täryhiontaprosessiin tehdyt parannukset esitettynä tuotekohtaisesti.

Uudistettujen toimintatapojen käyttöönotto sujui toimeksianto yrityksessä ongelmitta. Toisaalta prosessiin tehdyt muutokset olivat kohtalaisen pienimuotoisia, jotka kaikkien oli helppo omaksua. Tehdyt muutokset eivät myöskään lisänneet henkilöstön työkuormaa vaan ennemminkin helpottivat työtehtävien tekoa. Täryhiontaprosessin uudet toimintatavat pyrittiin vakioimaan luomalla prosessiin työohjeet, jotka esitellään seuraavassa luvussa.

Prosessin parantamisessa saatuja tuloksia voidaan mahdollisesti soveltaa muihin samantyyppisiin tuotteisiin tarkastelussa olleiden tuotteiden kanssa, mutta käyttöönotto tu-

lisi testata pilotin avulla. On myös mahdollista, että samanlaisia parannusratkaisuja voidaan toteuttaa myös muiden tuoteryhmien tuotteille, mutta kehitysmahdollisuudet tulee tutkia ja testata huolellisesti tuotekohtaisella tasolla ennen toteuttamista.

5 Työohjeiden laatiminen

Kun prosessin parannukset oli toteutettu, laadittiin paranneltuun prosessiin tuotekohtaiset työohjeet. Tässä luvussa kuvaan, miten työohjeet toteutettiin. Työohjeiden tarkoitus ei ole lisätä ns. turhaa byrokratiaa, vaan ideana on, että työohjeita päivitetään jatkuvasti kun toimintatavat kehittyvät. Työohjeiden nykytilanne toimeksiantoyrityksen täryhionta-prosessissa on heikko, sillä työohjeita ei ole dokumentoitu ollenkaan.

Työohjeiden on tarkoitus tulla avuksi henkilöstön muistin tueksi kuin myös uusille työntekijöille opastamaan toimintaa. Työohjeilla pyritään myös vakiinnuttamaan toimintatapoja toimeksiantoyrityksessä. Työohjeiden päätavoite on kerätä työpisteellä tapahtuvan työn päävaiheet luonnollisessa järjestyksessä niihin liittyvät keskeiset tuottavuuteen ja laatuun vaikuttavat seikat eli prosessin parametrit huomioiden. Työohjeiden laatimiseen liittyviä tavoitteita on, että ohjeiden tulee olla selkeitä, havainnollisia ja yksinkertaisia. Ohjeiden tarkoitus ei ole kuvata itsestään selviä asioita, vaan niissä keskitytään onnistuneen suorituksen kannalta oleellisiin asioihin.

Työohjeiden laatimiseen hankittu tieto on peräisin täryhiontaprosessin kehittämisessä käytetyiltä tietolähteiltä, mitkä ovat mainittu aiemmin tässä insinööritoiminnossa. Työohjeiden tiedon oikeellisuus perustuu omakohtaiseen täryhiontaprosessin testaamiseen. Testauksessa saadut tulokset on todettu hyväksytyiksi toimeksiantoyrityksessä ja otettu käyttöön, jonka seurauksena työohjeiden dokumentointi voidaan toteuttaa perustuen hyväksyttyihin testaustuloksiin.

5.1 Työohjeiden koonti

Työohjeet päätettiin koota tietokoneelle Word-tiedostoksi taulukko muotoon, joka mahdollistaa ohjeiden helpon muokattavuuden. Työvaiheiden tiedot oli kerätty jo aiemmin

testausvaiheessa lukuun ottamatta muutamia havainnollistavia kuvia. Tästä syystä tiedonkeruuta ohjeita varten ei tarvinnut suorittaa, ja työohjeiden koonti voitiin aloittaa heti, kun parannellun prosessin käyttöönotosta oli sovittu.

Jokainen tarkastelussa oleva tuote vaatii täryhiontaprosessissa hieman erilaista käsittelyä, minkä takia tuotteille laadittiin erilliset työohjeet. Aluksi laadin kaikille tuotteille yhteäisen ohjemallin, jota voidaan käyttää kaikkien täryhiottavien tuotteiden ohjeiden laatimisen pohjana. Kun malli oli valmis, kokosin ensimmäisen version työohjeista. Työvaiheiden kuvaukset työohjeissa etenevät työpisteellä suoritettussa tavanomaisessa työjärjestyksessä. Ohjeisiin ei haluttu liikaa tekstiä, minkä vuoksi käytettiin kuvia havainnollistamaan toimintaa. Ensimmäisen version koonnin jälkeen työohjeista pyydettiin palautetta, jonka perusteella ohjeita muokattiin käytännöllisempään suuntaan. Näin saatiin tämänhetkiset työohjeet, joista tulostettiin myös paperiversiot. Paperiversiot sijoitettiin kulkemaan ainakin aluksi tuotteen työmääräimen / Kanban-kortin mukana työpisteeltä toiselle. Näin ollen jokaisella prosessiin osallistuvalla on mahdollisuus hyödyntää ohjeita.

5.2 Yhteenveto työohjeista

Työohjeet koottiin Word-tiedostoksi ja tulostettiin myös paperiversioksi tuotantoon. Paperiversiot sijoitettiin ainakin aluksi kiertämään tuotteen työmääräimen mukana tuotantossa, jotta jokaisella niitä tarvitsevilla olisi niitä mahdollisuus hyödyntää. Työohjeista käy ilmi kaikki täryhiontaprosessissa tarvittava oleellinen tieto: täryhiottava tuote sekä täryhionnan että kuivauksen prosessiparametrit niiden luonnollisessa järjestyksessä.



Kuva 18. Täryhiontaprosessin tuotekohtaiset työohjeet.

6 Johtopäätökset

Tässä luvussa esitetään yhteenveto insinööriyöstä. Luvussa esitetään myös jatkotoimenpiteitä ehdotuksina toimeksiantoyrityksen täryhiontaprosessin kehittämiseksi. Lopuksi tässä luvussa arvioidaan työn onnistumista.

6.1 Yhteenveto

Insinööriyö aloitettiin määrittelemällä toimeksiantoyrityksen liiketoimintaongelma. Tavoitteena oli kehittää yrityksen täryhiontaprosessia eli niin kutsuttua rummutusprosessia sekä luoda prosessiin työohjeet. Kun liiketoimintaongelma ja tavoitteet oli määriteltä, kokosin teoriaan ja alan kirjallisuuteen pohjautuvan käsitekehiksen, jonka avulla prosessin kehittäminen toteutettiin. Käsitekehikys koostuu seuraavasta neljästä aihealueesta: prosessien kehittäminen, Lean-toimintamalli, ongelmanratkaisu ja työohjeiden laatiminen.

Teoriasta poimitun kehittämismallin mukaan toteutin prosessin nykytilan kartoituksen, jossa kuvattiin prosessin toimivuus. Samalla tarkasteluun valittiin 3 tuotetta, joiden työvaiheisiin kuluneita aikoja mitattiin. Tuotteet valittiin tarkasteluun paremman kokonaiskuvan saamiseksi prosessin nykytilasta. Nykytilan kartoituksen tuloksena selvisivät prosessin vahvuudet ja kehityskohteet yleisellä tasolla sekä tarkastelussa olleiden kolmen tuotteen osalta.

Nykytilan kartoituksessa selvinneisiin prosessin kehityskohteisiin pyrin vastaamaan teoriapohjasta koostuvan käsitekehiksen avulla sekä eri tietolähteiltä saatujen suositusten avulla. Käytettyjä tietolähteitä olivat toimeksiantoyrityksen henkilökunta, benchmarking yrityksen henkilökunta ja täryhiomakoneiden jälleenmyyjät. Kaiken kaikkiaan olin tekemisissä kymmenien ammattilaisten kanssa prosessin kehittämiseen liittyen.

Erilaisia kehitysehdotuksia testattiin laajasti kolmen tarkastelussa olevan tuotteen täryhiontaprosessiin. Testauksen tuloksena valikoituivat prosessin parhaat toimintatavat, jotka hyväksyttiin ja käyttöön otettiin. Kokonaisuudessaan prosessin tehokkuus ja tuottavuus kasvoivat kaikkien tarkastelussa olleiden tuotteiden osalta. Tämä todettiin vertaamalla lähtötilanteessa mitattuja prosessin arvoja kehittämistoimenpiteiden jälkeisiin prosessin arvoihin. Lopuksi paranneltuun prosessiin laadittiin testauksesta saatujen tulosten pohjalta työohjeet, jotka hyväksyttiin ja käyttöön otettiin toimeksiantoyrityksessä.

6.2 Jatkoimenpiteet

Jatkoehdotuksina Meconet Oy:n täryhiontaprosessin kehittämiseksi voidaan listata seuraavat asiat:

- Mikäli laatupoikkeamia tuotteissa vielä tulevaisuudessa ilmenee, tulisi laatupoikkeamien juurisyy löytää.
- Insinööriyön toimesta prosessiin käyttöönotettuja parannustoimenpiteitä voisi soveltaa ja testata myös muille tuotteille kuin tässä työssä tarkastelluille tuotteille.

Tarkennuksena luotelman ensimmäiseen jatkoehdotukseen juurisyyn selvittämisestä lisään, että käytettäviä raaka-aineita tulisi tutkia tarkemmin, jotta saadaan selvyys siitä, onko niissä esimerkiksi laatuvarioituja, jotka voisivat aiheuttaa laatupoikkeamia. Kirjanpito käytetyistä raaka-aineista tiettyä tuotteen valmistuserää kohden on suositeltavaa, mikäli raaka-aineiden vaikutusta halutaan tarkastella jatkossa.

Tässä insinööriyössä tarkasteltiin ainoastaan kolmea yrityksessä rummutettavaa tuotetta, jonka seurauksena jokaisen tarkastelussa olleen tuotteen täryhiontaprosessin kehittämistä saatiin hyviä tuloksia. Jos kehitystoimintaa täryhiontaprosessin osalta halutaan jatkaa, suositellaan jatkotoimenpiteiksi samankaltaisten parannustoimenpiteiden testaamista myös muille rummutettaville tuotteille. Tällä voidaan mahdollisesti saavuttaa eri tuotteiden kohdalla suuriakin parannuksia prosessin tehokkuudessa, tuottavuudessa ja myös laadussa.

6.3 Arviointi

Insinööriyö vastaa alussa määritellyn liiketoimintaongelmaan ja sen pätevyyttä voidaan pitää hyvänä. Työssä mitataan juuri niitä asioita, mitkä ovat täryhiontaprosessin kannalta oleellisia. Dokumentoidun testauksen ja useiden ammattilaisten kanssa käytyjen keskustelujen voidaan todeta kasvattavan työn luotettavuutta. Prosessin kehittäminen voidaan todeta onnistuneeksi, sillä kaikkien tarkastelussa olevien tuotteiden kohdalla prosessin tuottavuutta ja tehokkuutta pystyttiin parantamaan.

Mielestäni insinööriyölle asetetut tavoitteet saavutettiin kokonaisuudessaan hyvin, vaikka laajempi jokaiseen yrityksen täryhiottavaan tuotteeseen liittyvä testaus ja prosessin parantaminen jouduttiin aikataulullisista sekä työmäärällisistä syistä jättämään insinööriyön ulkopuolelle. Insinööriyön mielekkyyttä lisäsi mielestäni kaksi seikkaa: työn aikana sain todella vaikuttaa täryhiontaprosessin suorittamiseen sekä prosessiin tehdyt parannukset käyttöön otettiin toimeksiantoyrityksessä.

Lähteet

Andersen, Bjørn & Fagerhaug, Tom 2006. Root cause analysis: simplified tools and techniques. Milwaukee, USA: ASQ Quality Press.

A.Palojoki Oy 2015. [<http://www.a-palojoki.fi/tuotteet/taryhionta/>]. Luettu 1.1.2016.

Finnsonic Oy 2015. [<http://www.finnsonic.com/ratkaisut/ultraaanipesujasenedut>] Luettu 1.1.2016

George, Mike, Rowlands, Dave & Kastle, Bill 2004. What is Lean Six Sigma? New York: McGraw-Hill

Haverila, Matti, Uusi-Rauva, Erkki, Kouri, Ilkka & Miettinen, Asko 2009. Teollisuustalous. 6.painos. Tampere: Infacs Oy.

Hight, Danuta 2008. Work Instructions That Work. [http://www.grizmo.com/management_news_200810.html]. Luettu 8.12.2015.

IMS Business Solutions Oy, Tuotannon tehokkuuden jatkuva mittaaminen ja prosessien analysointi. Verkkodokumentti. [http://media.ims.fi/Artikkelit/Lean-Management/Tuotannon_tehokkuuden_jatkuva_mittaaminen_ja_prosessien_analysointi.pdf] Luettu 26.11.2015.

Kankaanpää, Salli & Piehl, Aino 2011, Tekstintekijän käsikirja: opas työssä kirjoittavalle. Helsinki: Suomen Yrityskirjat.

Kouri, Ilkka 2009. Lean taskukirja. Teknologiateollisuus ry.

Laamanen, Kai 2001. Johda liiketoimintaa prosessien verkkona -ideasta käytäntöön. Helsinki: Suomen Laatukeskus Koulutuspalvelut Oy.

Laamanen, Kai ja Tinnälä, Markku 2009. Prosessijohtamisen käsitteet - Terms and concepts in business process management. 4. uudistettu painos. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.

Lahden ammattikorkeakoulu. Ongelmanratkaisutekniikat. Verkkodokumentti. [http://www.lpt.fi/tykes/methods_docs/ONGELMAORIENTAATIO.pdf]. Luettu 1.12.2015.

Lecklin, Olli 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. 5. uusittu painos. Helsinki: Talentum Media Oy.

Liker, Jeffrey (kääntäjä Marko Niemi) 2010. Toyotan tapaan. Helsinki: Readme.fi Oy.

Management & Business Studies Portal 2015. W Edwards Deming: Total Quality Management Thinker. [<https://mbsportal.bl.uk/taster/subjareas/busmanhist/mgmtthinkers/deming.aspx>]. Luettu 20.11.2015.

Martinsuo, Miia & Blomqvist, Marja 2010. Prosessien mallintaminen osana toiminnan kehittämistä. Verkkodokumentti. Tampereen teknillinen yliopisto. [https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/6825/prosessien_mallintaminen.pdf?sequence=1]. Luettu 18.12.2015.

Meconet Oy. Verkkosivut. [<http://www.meconet.net/fi/>]. Luettu 15.1.2016.

Quality Knowhow Karjalainen Oy 2015. Lean & Six Sigma - valmenna itsesi tulevaisuuden huippuosaamiseen ja ammattiin. Verkkodokumentti. [<http://www.qk-karjalainen.fi/files/5514/4715/1686/sixsigmaesite.pdf>]. Luettu 16.11.2015.

Stevenson, William J. 2009. Operations management. Boston, MA : McGraw Hill/Irwin.

Suomen Standardisoimisliitto SFS 2012, SFS-EN 82079-1: Käyttöohjeiden laatiminen. Jäsentäminen, sisältö ja esittäminen. Osa 1: Yleiset periaatteet ja yksityiskohtaiset vaatimukset. Helsinki: SESKO Ry.

Taghizadegan, Salman 2006. Essentials of Lean Six Sigma. USA: Butterworth-Heinemann.

Tuominen, Kari 2010. Lean - Tehoa ja laatua siisteyden ja järjestyksen kehittämiseen - 5S. Helsinki: Readme.fi Oy.

Tuominen, Kari 2010, Lean - Tehoa ja laatua prosessien ja virtauksen kehittämiseen. Helsinki: Readme.fi Oy.

Väisänen, Jouni 2013. Viiden ässän kehitystyökalu. [<http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/viiden-aessaen-kehitystyoevalu/>]. Luettu 25.11.2015.

Täryhiomakone laitevalmistajan edustajan tapaaminen

20.11.2015, Vantaa

Henkilöt

IM-tekniikka Oy:n edustaja
Meconet Oy, tuotantovastaava
Meconet Oy, lähettämötyöntekijä
Insinööriyöntekijä Niko Puhakka

Muistiinpanot

- Laitavalmistajan edustaja Jari Silvennoinen IM-tekniikka Oy:stä tutustui nopeasti toimeksiantoyrityksen täryhiontaprosessiin ja esitti parannusehdotuksia.
- Edustajan mukaan keskipakokone olisi optimaalisin pienien messinki osien hiontaan.
- Täryhionnassa ei edustajan mukaan välttämättä tarvitse käyttää hiomaraakeita messingeille. Jos hiomaraakeita käytetään, muovinen partikkeli olisi paras ja raekoko n. 4-6 mm luokkaa
- Hänen mukaansa hiomarakeen muodolla ei ole niin merkitystä, mutta hiomaraakeiden suhde kappale määrään tulisi olla vähintään puolet hiomaraakeita ja puolet hiottavia kappaleita. Hiomaraakeiden suhdeluku voi olla myös korkeampi.
- Koneeseen kertyy lietettä jos hionnassa käytetään liian vähän vettä.
- Jos käytetään pesuainetta, sen PH -arvo tulisi olla 8-9, jotta sen saa laskea lopuksi laskea viemäriin, mikäli se ei sisällä paljoa lietettä.
- Veden lämpötilalla on merkitys pesuaineen vaahtoamiseen.
- Edustaja ehdotti ratkaisuksi Kromas PB60 ainetta, jossa ei ole korroosion estoa.
- Rummun sisäpintaan voitaisiin tehdä myös uritus, joka ehkäisisi pienten kappaleiden kiipeämistä reunoja pitkin ja niiden kiinni jäämistä rummun sisäpintaan.
- Täryhiontakoneen akselit tulisi voidella toisinaan esimerkiksi "tärinävaseliinilla".
- Jatkotoimenpiteenä toimeksiantoyritys päätti hankkia uuden lisäaineen ja testata pienten kappaleiden rummutusta ilman väliainetta.

Täryhiontaprosessiin tutustuminen

27.11.2015, Vantaa

Henkilöt:

Meconet Oy, tuotantotyöntekijä
Insinööriyöntekijä, Niko Puhakka

Tuote: T009080 OEZLK2 Moving contact

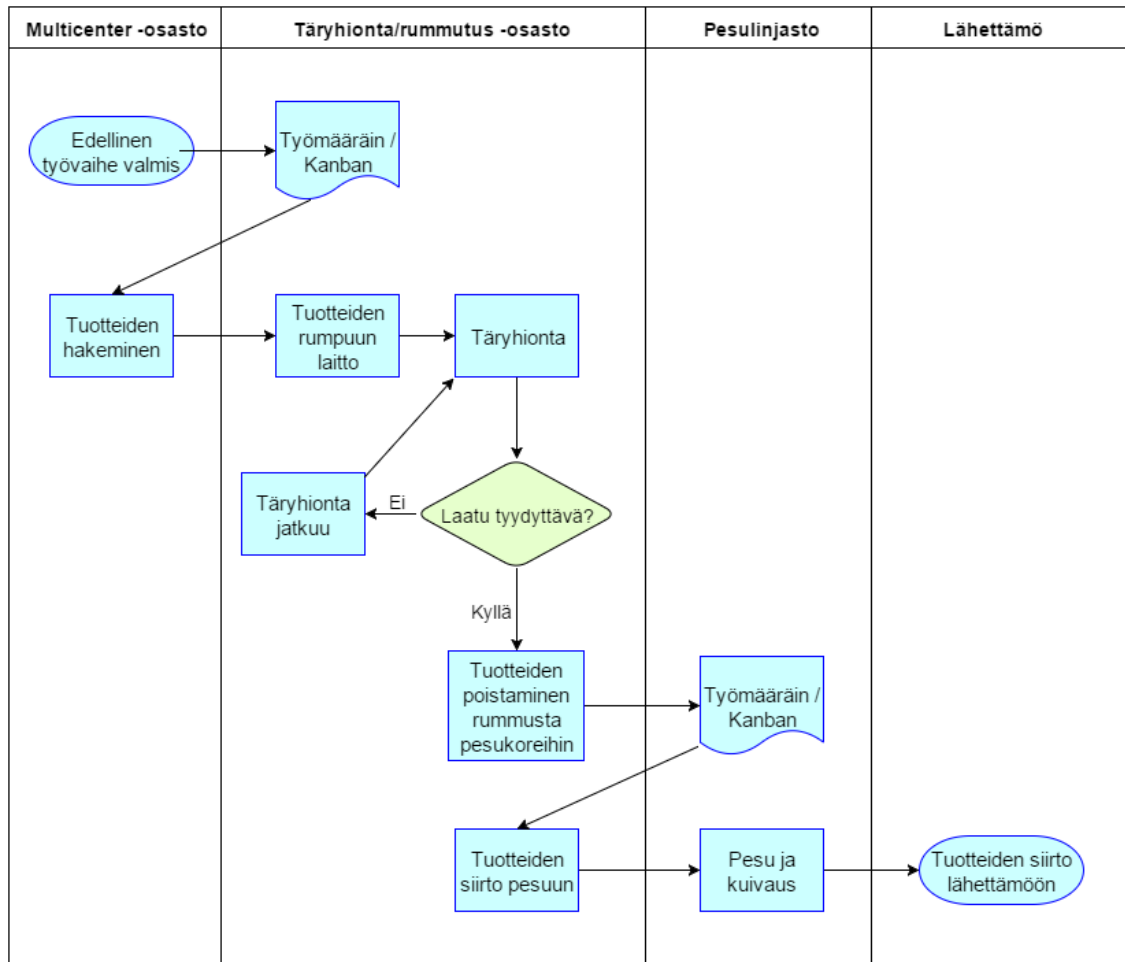
Prosessi pääpiirteittäin:

1. Tarkistetaan, että pesukoreja on riittävästi saatavilla.
2. Siirretään kappaleet työkoneelta täryrumpuun.
3. Säädetään veden ja saippuan määrä oikeaksi.
4. Annetaan kappaleiden hioutua noin tunti toisiaan ja kiviä vasten.
5. Otetaan kappaleet täryrummista ja viedään heti pesuun, ettei saippua ehdi kuivua kappaleiden pintaan.
6. Kappaleet viedään pesulinjastolta lähettämöön.

Huomioita:

- Rummutuksessa käytössä yhdenlaisia hiomarakeita, jotka ovat isompia kuin itse rummutettava kappale.
- Pesukoreja ei aina ole käytössä tarvittavia määriä.

Prosessikaavio



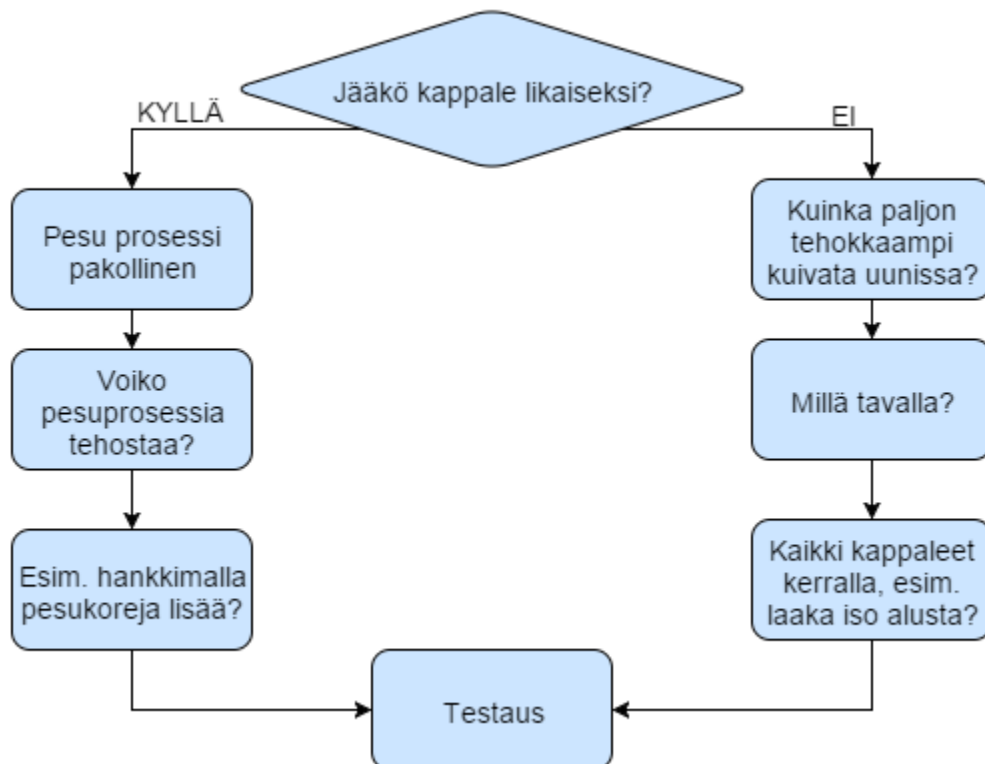
Kuva 19. Täryhiontaprosessi: prosessikaavio 27.11.2015

Prosessin testaussuunnitelma**T008970 OEZLK2 (tuote A)****Rummutuksen optimointi**

- Tuotteita rummutetaan ”perinteisellä tavalla”, jotta saadaan lähtötilanne selville.
- Tuotteita rummutetaan ”parannellulla tavalla” eli ilman hiomarakeita ja pesuainetta.
 - Pyritään selvittämään suurin mahdollinen rummutuserä koko ja lyhin mahdollinen rummutusaika.
- Tuotteiden laatua rummutuksen jälkeen verrataan keskenään.
 - Jos rummutuksen optimointi parannellulla tavalla onnistuu, voidaan keskittyä pesu ja kuivaus vaiheisiin

Pesu ja kuivaus -vaiheiden optimointi

- Tarkastellaan riittääkö pelkkä kuivaus tuotteille tekemällä tärymaljatesti. Jäävätkö tuotteet likaiseksi verrattuna pestyihin kappaleisiin?



Keskustelu: lippaiden (tuote C) rummutuksen ”kotiuttaminen”**9.12.2015, Vantaa**

Henkilöt:

Meconet Oy Rälssitie, tuotepäällikkö

Meconet Oy Rälssitie, johtaja (protot ja piensarjat)

Insinööriyöntekijä Niko Puhakka

Lähtötilanne:

Toimeksiantoyrityksen toisella piensarjoihin erikoistuneella tehtaalla Rälssitiellä valmistettavat aseiden lippaat täryhiotaan alihankintana Keravalaisessa yrityksessä. Alihankkijalta puuttuu mahdollisuus lippaiden koneelliseen kuivaukseen. Kuitenkin lippaiden täryhiontaprosessi on ollut laadullisesti hyvä. Toimeksiantoyritys on päättänyt siirtää lippaiden täryhionnan Vantaan Honkanummentien tehtaalle, jossa on hyvät valmiudet prosessiin.

Lippaiden ominaisuuksia:

- Täryhiottavat lipasmallit, jotka valmistetaan mustasta metallista, ovat hyvin herkkiä korroosiolle täryhionnan jälkeen
- Lippaat öljytään täryhionnan jälkeen. Öljyminen ei ole kuitenkaan tavoite, se on ollut ainoastaan ruostetta ehkäisevä toimenpide.
- Jos lippaissa on pieniäkin naarmuja tai lommoja, ne eivät kelpaa asiakkaalle. Tämän takia on oltava erityisen varovainen lippaiden täryhiontaprosessissa.
- Rummutuksen jälkeen lippaat pintakäsittellään alihankintana. Lippaan koosta riippuen pintakäsittely on mustauskylpy, lipasta jäykistävä mustanitus tai maalaus. Pintakäsittely voi myös olla näiden yhdistelmä.

Lippaiden täryhiontaprosessin siirtämisen tavoite:

- Lippaat rummutetaan toimeksiantoyrityksen Honkanummentien tehtaalla niin, että lippaat ovat asiakkaanvaatimuksen mukaisia (=laadukkaita).
- Poistetaan turhaa lippaiden kuljettelu.
- Tarkkaillaan lippaiden öljyämisen tarpeellisuutta.
- Muutetaan täryhiontaprosessia niin, että se on hallinnassa. Prosessi muuttuu nykyisestä jo pelkästään resurssien muuttuessa erilaiseksi.
- Järjestetään valituille henkilöille perehdytys Honkanummentien tehtaalla.

Jatkotoimet

- Täryhiontaprosessin alihankkija on lupautunut esittelemään heidän rummutusprosessiaan. Näin ollen tehdään benchmarking.
- Analysoidaan rummutusprosessi ja tehdään kehitysehdotuksia.
- Testataan rummutusta toimeksiantoyrityksessä.

Benchmarking: lippaiden (tuote C) alihankkijan täryhiontaprosessi**10.12.2015, Kerava**

Tuotantopäällikkö, Uudenmaan Ohutlevy Oy

Täryhiottavat lippaat tulevat yleensä 300 - 400 kappaleen erissä. Alla on listattu alihankkijan täryhiontaprosessin pääkohtia:

- Alihankkijalla on käytössään hieman suurempi täryhiontakone, kuin toimeksiantoyrityksen Rösler RM100 -täryhiontakone.
- Rummussa käytetään pienehköjä "kolmion" muotoisia hiomakiviä, joiden pituus ja leveys ovat molemmat 1 cm.
- Lippaita rummutetaan 50 kpl kerrallaan noin 30 minuutin ajan
- Väliaineena käytetään riittävästi vettä sekä reilu korkillinen Compound FE-L401-B22 / NADR -ainetta.
- Alihankkijalla ei ole käytössä kuivainta, joten lippaat kuivataan kuumentamalla kaasupolttimella
- Lopuksi lippaat öljytään ruosteen estämiseksi aseöljyllä (Anti-Corrol Aseöljy) ja pakataan laatikoihin.
- Tällöin täryhiontaprosessin suorituskyky on noin 100 kappaletta per tunti.

Lippaiden täryhiontaprosessin vaiheet pääpiirteittäin:

1. Lippaat saapuvat alihankkijalle.
2. Lippaat siirretään rummutukseen.
3. Vesi kytketään päälle ja rumpuun lisätään korkillinen compoundia.
4. Kappaleet laitetaan rumpuun käsin. 50 kappaletta per rummutuserä.
5. Rummutetaan noin 30 min.
6. Kytketään vesi pois päältä ja lisätään vielä hieman compoundia.
7. Otetaan kappaleet pois rummusta käsin.
8. Kappaleet kuivataan kaasupolttimella.
9. Kappaleet sumutetaan aseöljyllä.
10. Kappaleet pakataan takaisin samoihin laatikkoihin missä ne tulivatkin ja viedään lähettämöön

Keskustelu: lippaiden (tuote C) täryhiontaprosessin tulokset**7.1.2016, Vantaa**

Henkilöt:

Meconet Oy Rälssitie, tuotepäällikkö

Meconet Oy Rälssitie, johtaja (protot ja piensarjat)

Insinööriyöntekijä Niko Puhakka

Lähtötilanne:

Lippaita hiottu 490 kappaleen testierä. Tuotosten laatu on hyväksyttävä, mutta prosessi on hidas: 42 kappaletta mahtuu kerrallaan pienempään täryhiomakoneeseen, ja lippaita täytyy rummuttaa n. 45 minuutin ajan.

- Sovitaan, että tilauksen loput noin 500 kappaletta tehdään seuraavaksi maanantaiksi valmiiksi tällä toiminta tavalla.
- Minun täytyy katsoa, että asiat tehdään prosessissa oikein, jotta laatu säilyy hyvänä.
- Valitaan henkilöt tekemään tuotteiden täryhiontaprosessia.
- Palaverissa puhutaan seuraavan askeleen ottamisesta: laitetaan isompi täryhiomarumpu toiminta valmiuteen tämän tuotteen osalta.
 - Annostelija kunnostettava
 - Tilattava 300 kiloa hiomarakeita
- Annostelijan kunnostus tilataan sisäiseltä toimijalta
- Hiomarakeet tilataan
- Sovitaan, että hoidan täryhiontaprosessin parannuksen loppuun asti, joka tarkoittaa siis suuremman täryhiomakoneen käyttöönottoa lippaiden eli tuotteen C prosessiin.

meconet**RUMMUTUSOHJE****Tuote**

T008970
OEZLK2

**Rummutus**

1. Tarkasta rummun sisäpintojen puhtaus ennen aloitusta
 - rummun oltava tyhjä: ei hiomatarakeita yms.
2. Tarkasta käytettävät lisäaineet
 - vesi 50 l/h
 - ei muita lisäaineita
3. Käynnistä rumpu
 - tarkasta, että lisäainetta ei virtaa letkusta rumpuun
4. Laita kappaleet rumpuun
 - maksimi 100 000 kpl / rummutuserä
 - rummuta 60-75 min
 - 1500 rpm
5. Poista kappaleet rummusta pesukoreihin ja nosta pesukorit uunikärryyn

**Kuivaus**

6. Kuivaa kappaleet päästöuunissa
 - 80 - 100 °C
 - noin 15 minuutin ajan



meconet**RUMMUTUSOHJE****Tuote**

T009080
OEZLK12

**Rummutus**

1. Tarkasta rummun sisäpintojen puhtaus ennen aloitusta
 - rummun oltava tyhjä: ei hiomarakeita yms.
2. Tarkasta käytettävät lisäaineet
 - vesi 60 l/h
 - ei muita lisäaineita
3. Käynnistä rumpu
 - tarkasta, että lisäainetta ei virtaa letkusta rumpuun
4. Laita kappaleet rumpuun
 - 30 000 - 50 000 kpl / rummutuserä
 - rummuta 60-75 min
 - 1500 rpm
5. Poista kappaleet rummusta pesukoreihin ja nosta pesukorit uunikärryyn

**Kuivaus**

6. Kuivaa kappaleet päästöuunissa
 - 80 - 100 °C
 - noin 15 minuutin ajan



meconet**RUMMUTUSOHJE LIKAISILLE /
TUMMUNEILLE TUOTTEILLE****Tuote**T009080
OEZLK12**Rummutus**

1. Laita hiomarakeet rumpuun
 - isompi kolmiomainen kivi $\approx 18\text{mm} \times 15\text{mm}$
 - määrä noin 20 kg
2. Tarkasta käytettävät lisäaineet
 - paljon vettä: 80 l/h
 - vähän PB 60 lisäainetta
 - annostelijan syöttönopeus 20 - 30
3. Käynnistä rumpu
 - lisäainetta virtaa letkusta hitaasti ”tippa kerrallaan”
4. Laita kappaleet rumpuun
 - maksimi 30 000 - 40 000 kpl / rummutuserä
 - rummuta 60-90 min tai niin kauan että ovat puhtaita
 - 1500 rpm
5. Poista kappaleet rummusta pesukoreihin ja nosta pesukorit uunikärryyn

**Kuivaus**

6. Kuivaa kappaleet päästöuunissa
 - 80 - 100 °C
 - noin 15 minuutin ajan



meconet

RUMMUTUSOHJE

Tuote

Tuote C



Rummutus

1. Laita hiomarakeet rumpuun
 - kolmiomainen hiomarae, koko 6mm x 6mm
 - yhteensä n. 300 kg
2. Tarkasta käytettävät lisäaineet
 - avaa vesihana puoliksi auki
 - ruosteenestoaine FE-L401-B22
 - käynnistä pumppu: syöttönopeus 1 x 20
3. Käynnistä rumpu
4. Laita kappaleet käsin rumpuun
 - noin 200 kpl / rummutuserä
 - rummuta 40-45 min
 - 1500 rpm
5. Poista kappaleet käsin rummusta pesukoreihin
 - aseta kappaleet koreihin pystyasentoon niin, että kappaleet eivät ole kiinni toisissaan



Kuivaus

6. Kuivaa kappaleet päästöuunissa
 - 100 °C
 - noin 5 minuutin ajan

HUOM. kohdat 5.-6. kannattaa tehdä kahdessa tai kolmessa osassa, jolloin rummusta otetaan kerrallaan pois 60-100 kappaletta ja laitetaan uuniin.

Kun työ on valmis poista hiomarakeet rummusta.



T008970 OEZLK2 (tuote A) PROSESSIN TESTAUS 27.11.2015

Erä	Rummutuseräkoko	Rummutus	Lisäaineet	Jatkokäsittely	Arvio
0. lähtötilanne	60 000 kpl	kolmiomainen rae 18x15 80 min, 1500 rpm	vesi 50 l/h pesuaine SP 130	pesulinjasto 7 min ja 100 °C per kori	Valittiin tärymaljatestiin Laatu OK
1.	35 000 kpl	ei hiomaraakeita	vesi 50 l/h ei pesuainetta	pesulinjasto 7 min ja 100 °C per kori	Ei valittu Laatu päällisin puolin OK
2.	93200 kpl	ei hiomaraakeita	vesi 50 l/h ei pesuainetta	päästöuuni 100 °C 25 minuuttia	Valittiin tärymaljatestiin Laatu päällisin puolin OK

T008970 OEZLK2 (tuote A) TÄRYMALJATESTAUS 3.12.2015

Tuotteet laitettiin 2 h 45 minuutiksi tärymaljaan.

Erä	Arvio
0. lähtötilanne	Alkuperäisellä työtavalla valmistetut kappaleet kestivät suhteellisen hyvin testissä. Kuitenkin kappaleista irtoaa hieman pintaa ja kappale tummuu testissä jonkin verran
2. uusittu	Pesemättömät, uudistetulla tavalla täryhiotut kappaleet kestivät testissä yhtä hyvin kuin alkuperäisellä tavalla tehdyt. Näin ollen uusittu toimintatapa todetaan testissä hyväksytyksi.

T008970 OEZLK2 täryhiontaprosessin suorituskyky (Tuote A)

Tuotteen täryhiontaprosessiin kuluva työaika eriteltynä.

Punaisella merkitty vaihe on työaika, joka vaatii työntekijää.

ENNEN		
Tuote	T008970 (LK2) - Moving contact	
Prosessin kapasiteetti (kpl)	60 000	
Työvaihe	Aika (min)	%-osuus
Tuotteiden hakeminen	5	4 %
Tuotteiden rumpuun laitto	2	1 %
Täryhionta	60	43 %
Tuotteiden siirto rummusta pesuun	10	7 %
Pesu -ja kuivaus	60	43 %
Tuotteiden siirto pesusta lähettämöön	2	1 %
Henkilötyöaika	19	14 %
Koneaika	120	86 %
Valmistusaika yhteensä	139	100 %

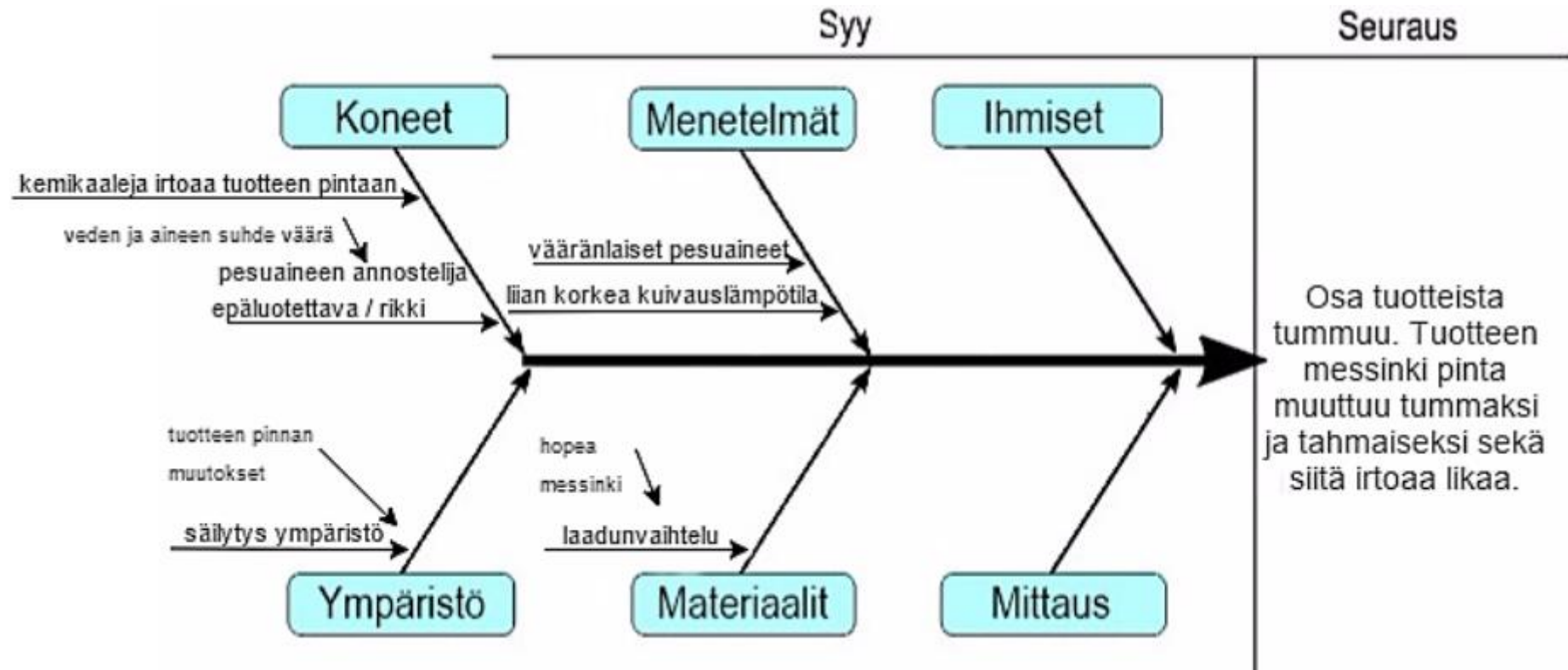
JÄLKEEN		
Tuote	T008970 (LK2) - Moving contact	
Prosessin kapasiteetti (kpl)	100 000	
Työvaihe	Aika (min)	%-osuus
Tuotteiden hakeminen	5	4 %
Tuotteiden rumpuun laitto	7	6 %
Täryhionta	75	63 %
Siirtäminen rummusta kuivaukseen	10	8 %
Kuivaus	20	17 %
Tuotteiden siirto kuivauksesta lähettämöön	2	2 %
Henkilötyöaika	24	20 %
Koneaika	95	80 %
Valmistusaika yhteensä	119	100 %

	ENNEN	JÄLKEEN	Muutos	Muutos (%)
tehokkuus (kpl/h)	25899	50420	24521	95 %
tuottavuus (kpl/hlötyötunti)	189474	250000	60526	32 %

Tuotteen menekki vuositasona vuonna 2015.			
T008970 (LK2) Moving contact	Aikajakso	1.1.2015-31.12.2015	
	Eräkkö (kpl)	Tilaukset	Yhteensä
	30000	1	30000
	50000	13	650000
	100000	5	500000
	120000	1	120000
	150000	12	1800000
Menekki yhteensä vuonna 2015		32	3 100 000

Prosessiin käytetyn työajan vertaaminen vuositasona ennen ja jälkeen tehtyjen parannusten			
T008970 (LK2) Moving contact	Prosessi vuositasona		
	Ennen	Jälkeen	
Henkilötyötunnit	16,4	12,4	
Koneaika tunteina	103,3	49,1	
Yhteensä	119,7	61,5	
Säästetty aika vuositasona (vertailu vuosi 2015)	58,2	tuntia	

Syy-seurausanalyysi tuotteen tummumiselle OEZLK12 (tuote B)



TÄRYMALJATESTAUS LK12 (TUOTE B) 7.1.2016

Tuote: T009080 OEZLK12

Testissä käytetty reklamaatio-osia.

Kappaleita pidettiin 3 tuntia tärymaljassa, jonka jälkeen kappaleiden kunto arvioitiin.

Erät 1, 2, 5 valittiin lähetettäväksi asiakasryitykselle jatko testaukseen

Testierä	Rummutus	Lisäaine	Pesu	Kuivaus	Tärymaljatestin tulos	Arvosana 1-5
0. (alkutilanne)	kolmiomainen rae 18x15 60-90 min	pesuaine SP 130	pesulinjasto	pesulinjasto	melko tummunut, kappaleen pinnalla "tahroja"	2
1.	ilman hiomarakeita 60 min	ei lisäainetta	ei	päästöuuni 15 min 80 °C	tummunut, kappaleen pinnalla "tahroja"	1
2.	kolmiomainen rae 18x15 75 min	ei lisäainetta	ei	päästöuuni 15 min 80 °C	kirkkaampi → asiakkaalle ei tahroja	4
3.	ilman hiomarakeita 45 min	PB 60	ei	päästöuuni 15 min 80 °C	kirkkaampi → asiakkaalle hieman tummentumia pinnalla	3,5
4.	kolmiomainen rae 18x15 60 min	ei lisäainetta	pesulinjasto	pesulinjasto	ei testattu, tärymalja varattu	
5.	kolmiomainen rae 18x15 60 min	PB 60	pesulinjasto	pesulinjasto	ei testattu → asiakkaalle ulkonäön perusteella hyvä	4

ASIAKKAALLE LÄHETETYT TESTIERÄT 12.1.2016 yhteensä 12 000 kpl

Erä	Rummutus	Lisäaine	Pesu	Kuivaus
1. 4000 kpl	kolmiomainen rae 18x15 75 min	ei lisäainetta	ei	päästöuuni 15 min 80 °C
2. 4000 kpl	ilman hiomarakeita 45 min	PB 60	ei	päästöuuni 15 min 80 °C
3. 4000 kpl	kolmiomainen rae 18x15 60 min	PB 60	pesulinjasto	pesulinjasto 100 °C

Lippaiden CTR (tuote C) prosessin testaus 4.-6.1.2016

Tällä testauksella aloitettiin prosessin kotiuttaminen. Tavoitteena on saada hyvän laatuista tuotetta kustannustehokkaasti.

Erä	Rummutuseräkkö	Rummutus	Lisäaineet	Jatkokäsittely	Arvio
0. Lähtötilanne (benchmarking)	50 kpl	kolmio rae 10x10 30 min, 1500 rpm	vesi lisäaine FE-L401-B22	1. kuivaus kaasupolttimella 2. kappaleiden öljyminen	OK, laatu hyvä ei ruostetta
1.	2 kpl	kuula 6 x 6 60 min	vesi lisäaine FE-L401-B22	päästöuuni 100°C 10 minuuttia	Urissa ruostetta → surkea
2.	5 kpl	kolmio rae 6 x 6 32 min	vesi lisäaine FE-L401-B22	pesulinjasto kuivaus 100°C 7 minuuttia	naarmuja → kuivaus huono
3.	1 kpl	kolmio rae 6 x 6 40 min	vesi lisäaine FE-L401-B22	päästöuuni 100°C 5 minuuttia	ok hieman ruostetta
4.	30 kpl	kolmio rae 6 x 6 40 min	vesi lisäaine FE-L401-B22	päästöuuni 100°C 5 minuuttia	ok →eräkoon optim.
5.	42 kpl	kolmio rae 6 x 6 40 min	vesi lisäaine FE-L401-B22	päästöuuni 100°C 5 minuuttia	OK, laatu hyvä

Oikealla veden ja lisäaineen suhteella ehkäistään kappaleita ruostumasta. Toisaalta jos lisäainetta laitetaan liikaa, jää se kappaleen pintaan kiinni kuivauksessa. Testissä käytettäväksi lisäaineen määräksi optimoitui n 100 g/h ja veden määräksi 47,4 l/h. Testissä käytettiin tilavuudeltaan 100 litran täryhiomakonetta. Tällä menetelmällä valmistettiin ainakin yksi 1000 kappaleen toimituserä.

Lippaiden CTR (tuote C) prosessin testaus 19.2.2016

Tällä testauksella paranneltiin kotiutettua prosessia käyttämällä suurempaa KROMAS täryhiomakonetta prosessissa.

Tavoitteena on optimoida rummutuseräkkö, rummutusaika ja käytettävät lisäaineet niin, että tuote on laadultaan moitteeton.

Kun tuotetta aletaan rummuttamaan isommalla koneella riskeinä on, että tuotteeseen tulee naarmuja, ruostetta tai tuotteen pois ottaminen rummusta voi olla hankalaa tai aikaa vievää.

Erä	Eräkkö	Rummutus	Lisäaineet	Arvio
1.	3 kpl	35 min 1500 rpm	vesihana "puoliksi auki" ruosteenesto nopeus 1x20	OK, laatu hyvä hieman compound pinnassa
2.	10 kpl	40 min 1500 rpm	vesihana "puoliksi auki" ruosteenesto nopeus 1x20	OK, hyvä laatu
3.	242 kpl	45 min 1500 rpm	vesihana "puoliksi auki" ruosteenesto nopeus 1x20	OK, hieman compound muutamissa naarmuja >eräkkö 200

Lipas CTR T3 10RD T010196 SUORITUSKYKY (tuote C)

Toimituserä 500-1000

Tuotteen täryhiontaprosessiin kuluva työaika eriteltyinä.

Punaisella merkitty vaihe on työaika, joka vaatii työntekijää.

ENNEN		
Tuote	Lipas CTR T3	
Prosessin kapasiteetti (kpl)	50	
Työvaihe	Aika (min)	öväiheen osuus (%)
Tuotteiden hakeminen	2	4 %
Tuotteiden rumpuun laitto	4	8 %
Täryhionta	30	58 %
Tuotteiden siirto rummusta kuivaukseen	3	6 %
Kuivaus	5	10 %
Öljyminen	5	10 %
Tuotteiden pakkaus ja siirto lähettämöön	3	6 %
Henkilötyöaika	22	42 %
Koneaika	30	58 %
Valmistusaika yhteensä	52	100 %
tehokkuus	57,69230769	
tuottavuus	136,3636364	

JÄLKEEN		
Tuote	Lipas CTR T3	
Prosessin kapasiteetti (kpl)	240	
Työvaihe	Aika (min)	öväiheen osuus (%)
Tuotteiden hakeminen	2	1 %
Tuotteiden ja kivien rumpuun laitto	15	10 %
Täryhionta	40	25 %
Tuotteiden siirto rummusta kuivaukseen	30	19 %
Kuivaus kolmessa osassa (=3x5min)	15	10 %
Tuotteiden pakkaus ja siirto lähettämöön	15	10 %
Kivien poisto rummusta	40	25 %
Henkilötyöaika	102	65 %
Koneaika	55	35 %
Valmistusaika yhteensä	157	100 %
tehokkuus	91,71974522	
tuottavuus	141,1764706	

	ENNEN	JÄLKEEN	Muutos	Muutos (%)
tehokkuus (kpl/h)	58	92	34	59 %
tuottavuus (kpl/hlötyötunti)	136	141	5	4 %